nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهـــرية العـالميـــة للعـــــلوم

نوافـذ مطـوَّرة

بلُّورات نانويّة ذكية في مُرَكَّبات الزجاج تنظِّم انتقال الضوء والحرارة

صفحتا 61، و69

الفيزياء الفلكية

تحديد سرعة دوران الثقوب السوداء

توفِّر الحسابات سبيلًا لِسَبْر غَوْر التطوُّر المَجَرِّي

صفحة 21

طب

تجاربٌ تؤدي إلى مكتسبات علاجية

العلاجات الجديدة تبدو أفضل من المتعارَف عليها بكثير

صفحة 44

علم الأعصاب

خرائط دقيقة للدّارات البَصَرِيّة

الدّارات العصبية الصغيرة تتيح الاتصال والتحليل البصري

صفحة 56

ARABICEDITION.NATURE.COM
أكتوبر 2013 / السنة الثانية / العدد 13
ISSN 977-2314-55003

nature

أكتوبر 2013 / السنــة الثانيـة / العـدد 13



Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

رسالة رئيس التحرير

منتجات علوم المواد تُلاحِق خيالَ البشر

حفلت القِصَص الأسطورية والشعبية في القديم وقصص الخيال العلمي وأفلامه في الحديث بأفكارٍ لمواد ذات خصائص عجيبة وغريبة، تفوق ما يحيط بنا من مواد طبيعية. وسبحان مَنْ عَلَّمَ الإنسانَ ما لم يَعْلَم، حتى صار الإنسانُ بما عَلِمَ يقارب خصائص تلك المواد التي طالما تخيّلها. وفي هذا العدد نقدم موضوعين من موضوعات علوم المواد التي تسير في هذا الاتجاه:

الموضوع الأول هو من موضوعات "أخبار/ تحقيقات"، كتبه "لي بيلينجز" تحت عنوان "عالم المواد الاصطناعية العجيبة"، الذي يتحدث فيه عن عدد من المواد التي تعمل على تطويرها عدة شركات ومراكز أبحاث تسعى في هذا المجال. ومن بين تلك المواد مادة تحاكي عباءة (أو طاقيّة) الإخفاء، فـ"التطورات في المواد الاصطناعية العجيبة التي تتألف من أنساق عناصر متناهية الصغر تقوم بثني وتشتيت ونقل أو تشكيل الإشعاع الكهرومغناطيسي بطرق لا تستطيعها المواد الطبيعية، إذ (يمكن لتلك المواد الاصطناعية) مبدئيًّا تعديل مسار الضوء حول الأشياء؛ لجعلها غير مرئية، بشكل لا يختلف عن عباءة إخفاء لساحر أسطوري".

ومن بين تلك المواد أيضًا هوائي (أنتينّا) مدمَج، سيكون أحد أول المنتجات الموجّهة للمستهلك بمواد اصطناعية. وسينقل الجهاز ـ منخفِض الكلفة نسبيًّا ـ اتصالات الأقمار الاصطناعية عريضة النطاق من الطائرات وإليها، وكذلك من القطارات والسفن والسيارات ومن أي منصة أخرى مطلوب تشغيلها بمواقع بعيدة عن شبكات المحمول، وإليها. وفي قلب الهوائي ـ الذي تُعَدّ تفاصيله سرية ـ هناك لوحة دارات إلكترونية مسطحة، تضم آلافًا من عناصر المواد الاصطناعية الإلكترونية، يمكن تغيير خصائص كل منها لحظيًّا بواسطة برمجيّات الجهاز الداخلية.

ومن بين تطبيقات تلك المواد أيضًا "كاميرا يمكنها إنتاج صور أشعة ميكروويف مضغوطة بدون عدسة، أو أي أجزاء متحركة". وقد يكمن أحد التطبيقات المهمة لهذه الكاميرا الجديدة في خَفْض تكلفة وتعقيد ماسحات أمن المطارات الضوئية (..). ويحتاج ذلك الجهاز ـ الذي صممه فريق جامعة ديوك ـ إلى حيِّز صغير جدًّا لتخزين البيانات، فالجهاز يأخذ لقطات عديدة بإرسال حِزَم من أشعة الميكروويف بأطوال موجيّة متعددة عبر الهدف، بمعدَّل عشر مرات في الثانية تقريبًا.

ومن بين التطبيقات أيضًا "عدسة مسطحة من المواد الاصطناعية"، يمكنها تركيز ضوء الأشعة تحت الحمراء في نقطة بطريقة العدسة الزجاجية نفسها تقريبًا (..)، وتعتمد العدسة التقليدية على الانكسار؛ لثني الضوء إلى نقطة بتمريره عبر أسماك متفاوتة للزجاج. أما تلك العدسة، فتمرِّر الضوء عبر نسق ثنائي الأبعاد من عناصر مواد اصطناعية من الذهب، منحوتة من رقاقة سيليكون سُمْكها 60 نانومترًا باستخدام طباعة ليثوجرافية بشعاع الإلكترون، تم تطويرها لصناعة الرقائق الدقيقة. أمّا العناصر ثابتة، فلا يمكن ضبطها بعد التصنيع، لكنْ باختيار حجم معين للعناصر، ومسافات بينيّة معينة أثناء التصنيع، يمكن للفيزيائيين تشكيل ضوء الطول الموجي المختار بالطريقة المطلوبة بالضبط؛ لجعله يتجمّع في نقطة.

ومن بين تطبيقات المواد الجديدة ما يعكف عليه فريق يقوده شيانج چانج ـ الفيزيائي بجامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ منذ عام 2005 مِن صَقْل لمفهوم العدسة الفائقة؛ ففي عام 2007 دفع الباحثون الفكرة بتطوير «عدسات هايبر» من طبقات منحنية متداخلة من مركبات كالفضة والألومنيوم والكوارتز. هذه العدسات لا تلتقط فقط الموجات المضمحلّة، لكنْ يمكنها أيضًا إدخالها لنظام بصري تقليدي. وفي نهاية المطاف، يمكن أن يسمح ذلك بمشاهدة تفاصيل دون الطول الموجي من خلال العدسة العينيّة لمجهر عادي، غير أن البِنْيَة والسلوك المعقَّدين لعدسات الهايبر يجعل من الصعب تصنيعها واستخدامها بهذه الطريقة.

الموضوع الثاني الذي تناوَل المواد الجديدة (وهو موضوع الغلاف) منشورٌ في قسم "أنباء وآراء" تحت عنوان "مركب لنوافذ ذكية"، كتبه برايان أ. كورجل، ويشير فيه إلى حقيقة أنه لتقليل الطلب على الطاقة التي تستهلكها المباني السكنية والتجارية؛ نحتاج إلى مواد تساعد في تقنين متطلبات تدفئتها وإضاءتها، وفقًا لتغيرات البيئة. ويشير المقال إلى تَمَكُّن فريق بحثي مؤخرًا مِن إحراز تَقَدُّم كبير في ذلك، فقد صنعوا مُرَكَّبًا يتكون من بلّورات أكسيد قصدير الإنديوم، نانومترية الحجم، متضمَّنة في زجاج من أكسيد النيوبيوم، مع تحكُّم عالٍ في تحميل وتشتيت البلورات النانوية، وكان الأداء الكهرولوني للمركب أفضل كثيرًا من المتوقع.

لم تنته تلك المواد الجديدة.. ولا تطبيقاتها، حيث إن ما يتناوله هذا العدد ليس إلا غيضًا من فيض.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث تنمو المعرفة

المحتويات

أكتوبر 2013 / السنة الثانية / العدد 13

هــذا الشــهــر

افتتاحيات

رؤية كونية



أضواء على البحوث

ثلاثون يومًا

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضـوء



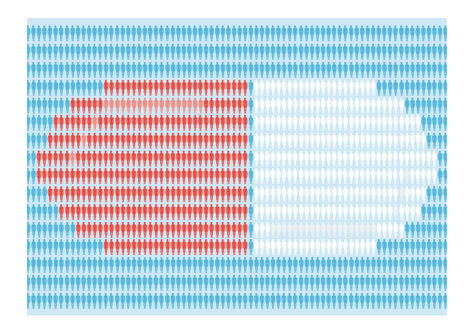
تحقيقات

الخلايا الجذعية

هندسة البويضات

كيف تصنع خلايا حيوان منوي وبويضة في المعمل صفحة 31

تعليقات



كتب وفنون

مراسلات

تأبين

مستقبليات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

أكتوبر 2013 / السنة الثانية / العدد 13

أبحـــاث

على الغلاف
نوافذ مطوَّرة

تمتلك النوافذ الجديدة في تركيبها ثلاث ميزات ذكيّة: شفافية كاملة، ومَنْعًا اختياريًّا لنفاذ الحرارة، بالإضافة إلى التحكم المنفرد في مرور أشعة الضوء العادي والأشعة تحت الحمراء القريبة. إن هذه النوافذ «الذكية» مُعَدَّة لتقليل تكاليف الإضاءة والحرارة .
صفحتا 61، و69

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر

افتتاحيات

رؤية عالمية تحقيق التوازن بين خصوصية الأفراد، والمنفعة العامة **ص. 10**

البيولوجيا الاجتماعية الحشرات تُظْهِر عقليّة جمعيّة ذكيّة **ص. 13**

علم الحيوان الديدان آكلة العظام في البحار الجليديّة **ص. 15**

تَعَامَلْ بِحَـذَر

إن احتمال تطوُّر فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 بالشكل الذي يجعل منه وباءً دَفَعَ العلماء إلى اللجوء إلى البحث العلمي المثير للجدل مرة أخرى . لذا.. يجب عليهم الحرص في كيفية تبرير مخاطر البحث.

أصاب فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 ـ الذي تم الإبلاغ عنه لأول مرة في الصين في مارس الماضي ـ 134 شخصًا حتى الآن، توفى منهم 43. ولحسن الحظ، لا توجد حتى الآن أي علامات تدل على سهولة انتقاله بين الأشخاص، ولكنْ يُصاب به الأفراد بشكل متفرق من خلال مخالطة الدجاج والطيور الأخرى الداجنة، والعمل في مجال تربيتها.

توجد حاليًا لدى الباحثين رغبة في تخليق نُسَخ مهندَسة وراثيًّا من فيروس H7N9، تكون أكثر قابلية للانتقال والإمراض بين الثدييات. وفي إحدى المراسلات المنشورة في الأسبوع الثاني من شهر أغسطس الماضي ـ بالاشتراك بين دوريّتي «نيتشر» و«ساينس» ـ يرى 22 عالمًا ـ منهم رون فوشيير من مركز إراسموس الطبي بروتردام، ويوشيهيرو كاواوكا من جامعة ويسكونسن ماديسون ـ أنّ مثل هذا النوع من البحث العلمي سيساعد في تقييم إمكانية تحول عدوى فيروس H7N9 إلى وباء. والإشكالية تكمن فيما إذا تم إطلاق هذه السلالات المهندسة من أحد المختبرات بالصدفة، أو عن عمد، إذ بذلك سيكونون قد أطلقوا شرارة بدء تفشي الوباء.

من المرجَّح أن يدفع الإعلان عن تلك الرغبة إلى إعادة الجدل الذي حدث العام الماضي حول تخليق فوشيير وكاواوكا للسلالات المعملية من فيروس H5N1، التي يمكنها الانتقال بين حيوانات ابن المقرض. كما يقدم الإعلان أول اختبار لبعض هياكل المراجعة والرقابة التي أقيمت لهذا البحث في طفرات «الاكتساب الوظيفي» لفيروس الإنفلونزا. وكما ذكرت هذه الدوريّة من قبل، فإنه يجب على الباحثين الذين يدفعون بمثل هذه الأبحاث أن يحذروا من الإفراط في الترويج لمنافعها على الصحة العامة، كوسيلة لتبرير مخاطر الإقدام عليها، على الأقل على المدى القصير.

ومن الضروري ـ في هذا السياق ـ النظر إلى الأمور من المنظور الصحيح.. فمنافع مثل هذا العمل على المدى الطويل واضحة، طالما أن القيام به يتم على أعلى مستويات الأمان الحيوي. كما أنّ هذا العمل سيلقي الضوء على آليات انتقال الفيروس، وقابليته للإمراض، لكن المنافع الفورية للصحة العامة وقدرتنا على مقاومة خطر فيروس H7N9 على المدى القصير تُعتبر أقل وضوحًا. ولا يستطيع العلماء التنبؤ بظهور الأوبئة، ولذلك.. يتوقف تقييم إمكانية تحوُّل الفيروسات إلى أوبئة ــ واتخاذ قرار يتعلق بأيّ السلالات تسمح بصناعة اللقاحات التجريبية ــ على مدى الخطر النسبي.

إن التجارب على سلوك فيروسات الإنفلونزا في نماذج من الحيوانات ـ مثل ابن المقرض ـ يمكنها بالتأكيد أن توفر معلومات عن مخاطر قابلية الانتقال والإمراض، رغم صعوبة استقراء تلك النتائج على الإنسان. وتبين سلسلة الأبحاث العلمية المتلاحقة هذا العام أن قابلية فيروس H7N9 للانتقال جوًّا في ابن المقرض محدودة، رغم أن الفيروس لا ينتقل بين البشر في موجة الوباء الحالية المنتشرة في الصين.

إن مراقبة الفيروسات من النوع البري للتعرف على الطفرات التي تسمح للفيروس بدخول الخلية البشرية بسهولة أكبر هي وسيلة أخرى لتقييم احتمال التحول إلى وباء. ولقد اكتسب فيروس H7N9 بعض هذه الطفرات. ولهذا السبب.. يصيب البشرَ بسهولة أكثر من فيروس H5N1، ولكن ـ حسبما أشار الباحثون في يونيو الماضي ـ لا توجد براهين علمية على أنّ هذه الطفرات تنبئ بخطر حدوث وباء (.D. M. Morens *et al*. *N. Engl J. Med*. **368**, 2345–2348; 2013)، فالقابلية لانتقال العدوى أكثر تعقيدًا من ذلك.

بتخليق نُسَخ من فيروس H7N9 قابلة للانتقال بين الثدييات، يخطو العلماء خطوة إضافية؛ على أمل التعرف على مجموعات من الطفرات التي تزيد قابلية انتقال الفيروس بين ابن المقرض، أو نماذج أخرى. ويمكن أن يثمر هذا العمل عن معلومات عن المبادئ البيولوجية التي تؤثر على انتقال العدوى، لكن من الممكن أن نشهد طرقًا أخرى لانتقال العدوى في الطبيعة، تختلف عن تلك التي تم الحصول عليها في التجارب.

عَقِب الجدل الذي دار حول فيروس H5N1 ، أدخلت وزارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية مستوى إضافيًّا من المراجعة، يُطبَّق على أي شخص يسعى لتمويل عمل لتخليق سلالات قابلة لنقل العدوى بين الثدييات بفيروس H7N9. وسوف يقوم فريق من الخبراء في مجال الصحة العامة، والتأمين وتقييم الأخطار، والقانون، والأخلاقيات بتقييم مخاطر ومنافع العمل، وسوف تُؤخَذ في الاعتبار أي خطوات إضافية لتخفيف مخاطر الأمان الحيوي. وسيكون أسلوب المراجعة في تناول فيروس H7N9 اختبارًا مهمًّا لفعالية وشفافية هذا النهج الجديد. ■

حــرارة غير ظاهــرة

يركِّز العلماء على أسباب التوقف المؤقت الحالي في الاحترار العالمي، ولكن يجب أن يلاحظ الجميع أن المخاطر طويلة المدى للاحترار الناتج عن ثاني أكسيد الكربون تظل مرتفعة.

نشرت دوريّة «نيتشر» في شهر أغسطس الماضي دراسة عبر الإنترنت، ترجِّح أن ميلاً حديثًا إلى البرودة في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادئ يمكنه تفسير التوقف المؤقت الحالي في الاحترار العالمي. وتم إجراء الدراسة بواسطة اثنين من العلماء في «معهد سكريبس لعلوم المحيطات» Scripps Institution of Oceanography في لاجولا بولاية كاليفورنيا. ولا توضح الورقة العلمية سبب ما يبدو عليه المحيط الهادئ من دخول في فترة طويلة من ظاهرة «لانينا» La Niña؛ وهي ظاهرة انخفاض درجة حرارة سطح المحيط عند خط الاستواء، التي تقوم فيها مياه السطح الأكثر برودة بالتجمع في المنطقة الشرقية الاستوائية من المحيط الهادئ. كما أن الورقة لا توضِّح أين تذهب تلك الحرارة المفقودة، ولكنها ترجِّح بالفعل أن هذه الظاهرة ـ التي تؤثر على 8% فقط من سطح الأرض ـ يمكنها الحَدّ بشكل مؤقت من ارتفاع درجة الحرارة المتوقع من زيادة انبعاثات غازات الدفيئة (.Y. Kosaka and S. –P. Xie *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature12534; 2013)

ربطت دراسات محاكاة سابقة بين التوقف المؤقت، وبين الظروف المشابهة لانخفاض درجة حرارة سطح المحيط عند خط الاستواء التي سادت منذ عام 1999، مرجِّحَةً أن الحرارة التي من المفترض تصاعُدها في الغلاف الجوي تنتقل إلى أعماق المحيط. وقام العلماء في «المركز القومي للأبحاث الجوية» National Center for Atmospheric Research في بولدر بولاية كولورادو بإجراء دراسة، تم نشرها في الصحف. توضح تلك الدراسة أن عشرات السنوات التي ترتفع فيها درجة حرارة الهواء العالمية بشكل متسارع ـ التي تشمل ثمانينات وتسعينات القرن الماضي ـ مرتبطة بدرجات حرارة أعلى في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادئ؛ كما تم التدليل على ذلك بواسطة التأثير المعاكس لارتفاع درجة حرارة السطح عند خط الاستواء، وهو تأثير «النينو» El Niño، أي «الارتفاع المفاجئ في درجات حرارة مياه المحيط الهادئ» (.G. A. Meehl et al. J. Climate http://doi.org/nkw; 2013). وأكَّد باحثو معهد «سكريبس» أن الظروف المشابهة للارتفاع المفاجئ في درجات حرارة مياه المحيط يمكنها زيادة درجات الحرارة العالمية.

يبدو أن العلماء يركِّزون على عاملٍ مؤثِّر مهم في النظام المناخي، لكن الأمر ليس بهذه

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

السرعة.. فعلى الرغم من أن وجود فترة توقف طويلة في الاحترار لا يتعارض بالضرورة مع النظرية السائدة، فإن هذه النظرية كانت مفاجأة، ويتم استخدامها لدحض مصداقية مجتمع العلوم المناخية. ويُحتمَل ألا تنتهي القصة عند هذا الحدّ، حيث يعرف العلماء أن الشمس تمر بحالة هدوء شمسي طويل لعدة سنوات، مما يعني وصول طاقة أقل، بالإضافة إلى الدور المحتمَل للأيروسولات المانعة لأشعة الشمس ـ سواء أكانت من التلوث البشري، أم من الغبار البركاني ـ وغيرها من عوامل التوقف المؤقت الأخرى، لكن هناك شَرْحٌ أفضل للنظام المناخي بدأ في التَّكَوُّن.

يأتي كل هذا إلى جانب إعداد «اللجنة الحكومية الدولية للتغير المناخي» Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) لإصدار الحلقة الأولى من تقرير تقييمها الخامس. هذا.. ويثير التوقف المؤقت للاحترار جدلًا مستمرًّا عن "حساسية المناخ المتوازنة" التي هي مقدار الاحترار الذي يمكن توقعه على المدى الطويل، بسبب مضاعفة مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوي. وقد قَيَّمَتْ أوراق علمية عديدة معظم البيانات الحديثة؛ وخلصت إلى أن المناخ قد لا يكون حساسًا لغازات الدفيئة، مثلما كنا نظن قبل ذلك. لذلك.. تأخذ المسودة الأخيرة من ملخص «اللجنة الحكومية الدولية للتغير المناخي» لصانعي السياسات هذا الأمر في الحسبان، حيث ترجِّح حساسيةَ مناخ محتملة تُقَدَّر من 1.5 إلى 4.5 درجة مئوية؛ مقارنةً بمدى يتراوح بين درجتين مئويّتين، و4.5 درجة مئوية في تقرير التقييم الأخير للجنة.

يرجِّح البعض أن اتجاهات درجات الحرارة الأخيرة توضِّح أن مشكلة المناخ أقل إلحاحًا. وليس بمقدورنا سوى أن نأمل في أنْ يكون هذا حقيقيًّا، وأنْ يستمر العلماءُ في تقصي هذا الأمر.. لكنَّ صانعي السياسات سيكونون متهوِّرين إذا ظنوا أن الخطر قد اختفى. فعلى الرغم من أن العلماء يفهمون علوم الفيزياء الأساسية، لا يمكن لأحد منهم معرفة إلى أيّ مدى ستتغير الأرقام؛ وذلك وفقًا لما تم توضيحه بواسطة توقعات عديدة لدرجات الحرارة. هذا.. وتقوم أدلة أخرى عديدة ـ ومن بينها دراسة المناخ القديم، وتجارب المحاكاة الحديثة ـ بدعم الحد الأعلى لهذه الأرقام.

في النهاية، كان قرار كيفية توصيف حساسية المناخ واقعًا على عاتق مسؤولي الحكومات، الذين وافقوا ـ تحت رقابة حَذِرَة من العلماء ـ على مستندات «اللجنة الحكومية الدولية للتغير المناخي» في ستوكهولم في شهر سبتمبر الماضي. وبغض النظر عن قرارهم، لم يتغير العِلْم الذي يقوم عليه هذا القرار. ■

قيـد المسـاءلة

حتى في حالة إجراء تجارب إكلينيكية لدراسة الأساليب العلاجية المنتشرة، فإنه يجب على الباحثين التأكد من مصارحة المرضى بكافة المخاطر.

تمثِّل المكاشفة الكاملة للمتطوعين عن المخاطر المحتملة جراء إجراء التجارب عليهم في مجال أبحاث الطب الحيوي حجرَ الزاوية للحماية الأخلاقية على مدى عقود، إلا أن تساؤلًا جديدًا قد برز على السطح في المرحلة الراهنة، وهو: ما أفضل طريقة لحماية المتطوعين أثناء تجارب اختبار فاعلية أساليب علاجية موجودة بالفعل، ويتم استخدامها على مدى واسع؟

في 28 أغسطس الماضي قامت الإدارة المنوط بها حماية العناصر التي تُجرى عليها البحوث البشرية بالولايات المتحدة الأمريكية بعَقْد مؤتمر شعبي غير عادي بالعاصمة واشنطن؛ لمناقشة هذه القضية المعقدة والشائكة، التي أدَّت إلى حالة من الاستقطاب في مجتمع الطب الحيوي في غضون الأشهر الأخيرة. وطالب مكتب «حماية البحوث البشرية» OHRP ـ وهو جزء من وزارة الصحة والخدمات البشرية ـ بإدخال معلومات عن الطريقة التي ينبغي بها على اللجان الأخلاقية التابعة للمؤسسات المختلفة ـ وهي المجالس الاستشارية المنوط بها إصدار القرارات بشأن إمكانية استمرار التجارب المقترحة، أم لا ـ تقييم المخاطر التي تحيط بالأشخاص أثناء القيام بالدراسات العشوائية المعنيّة باستقصاء كل من المخاطر والفوائد الخاصة بالوسائل العلاجية المختلفة للحالة نفسها. ومن المتوقع أن تحقِّق هذه التجارب الخاصة بـ«مستوى الرعاية» مزيدًا من الانتشار، بعد أنْ تم تشريعها بموجب قانون 2010 للرعاية الصحية، ومن ثم فإن نتائج كثيرة تتوقف ـ بشكل أساسي ـ على القرارات التي سوف يتم اتخاذها من قِبَل مكتب «حماية البحوث البشرية». فقد يُصِرّ المكتب على الكشف عن هذه المخاطر باستمارات الموافقة المخصصة للمرضى، بالرغم من أنّ المرضى الذين يعانون ظرفًا معينًا سوف يتلقون وسائل علاجية مختلفة.

«إن الشفافية، واحترام المادة التي يتم إجراء البحث عليها عنصران ينبغي أن يكونا فوق كل الشبهات».

ويؤكد المدافعون عن قواعد تنظيمية أقل تشددًا لهذه الأبحاث أنّ هذا الإجراء من شأنه أن يصرف عديدًا من المتطوعين، حيث قد يعتقدون خطأً أنّ البحث نفسه يضيف أضرارًا محتملة قد تُلِمّ بهم.

أُقحمت هذه القضية في دائرة الضوء، بسبب الجدل المطوَّل بشأن دراسة عن الأطفال المبتسرين، تقوم المؤسسات الصحية الوطنية بالولايات المتحدة بتمويلها. فبين عامي 2005 و2009، أُدْرَجَت «التجربة العشوائية للتوتر السطحي والضغط العالي والتزود بالأكسجين» SUPPORT 1316 طفلًا، ولدوا مبكرًا بحوالي 14 أسبوعًا في المتوسط، وكان وزن كلٍّ منهم أقل من كيلو جرام. وقد عانى هؤلاء الأطفال من صعوبات بالغة في التنفس، بسبب رئاتهم غير مكتملة النضج، ولذلك.. تم تزويدهم بكميات إضافية من الأكسجين منذ ولادتهم. وتم تقسيم هؤلاء الأطفال الخاضعين للتجربة إلى مجموعتين بصورة عشوائية؛ في المجموعة الأولى تم الاحتفاظ بمعدلات الأكسجين في الدم في أعلى مستوياتها بحسب المعدلات المعمول بها في المستشفيات الأمريكية، مع وجود مخاطرة إحداث اضطراب بالعين، يُعرف بـ«اعتلال الشبكية للأطفال المبتسرين» ROP، وهو نمو غير طبيعي للأوعية الدموية في الشبكية، يتسبَّب في إصابة 400-600 طفل بالعمى كل عام.

أما في المجموعة الثانية، فقد تم الاحتفاظ بمستويات الأكسجين في أقل معدلاتها، وكانت أبرز المخاطر المصاحبة هي حدوث خلل بالنمو العصبي، وكان أشدّها التعرض للموت، حسبما يعتقد بعض المتخصصين في هذا المجال. كان الهدف هو تحديد آثار معدلات الأكسجين المرتفعة والمنخفضة على حياة الأطفال ونموهم العصبي، وإمكانية حدوث اعتلال بالشبكية للأطفال المبتسرين. وباختصار، فقد سعت التجربة لإيجاد (المساحة السحرية)، المتمثلة في معدل تزويد الأكسجين الذي يؤدي إلى الحد الأقصى من البقاء على قيد الحياة، دون حدوث أضرار.

تجنُّب المخاطر

في عام 2011، شرع مكتب «حماية البحوث البشرية» ـ استجابةً لإحدى الشكاوى ـ في استقصاء استمارات القبول الموقَّعة من الوالدين في الثلاثة وعشرين موقعًا التابعة لمشروع «التجربة العشوائية للتوتر السطحي والضغط العالي والتزود بالأكسجين». وقد خلص الموقع في مارس الماضي إلى أن الاستمارات قد أثبتت فشلًا في وصف «المخاطر المنطقية المتوقَّعة للإصابة بالعمى والانهيار العصبي والموت». لقد فشلت جميع الاستمارات، باستثناء اثنتين، في الإشارة إلى أن الأطفال الذين تم إلحاقهم بالمجموعة التي تلقت معدلات مرتفعة من الأكسجين كانت أكثر عرضة لإصابات العين، إلا أن أكثر من نصف هذه الاستمارات قد أشارت إلى أن الأطفال ضمن المجموعة التي تلقت معدلات أقل من الأكسجين يمكنها الاستفادة من مخاطر أقل بإصابات العين، أو احتياج أقل لجراحات العين. ولم تشر أيٌّ من هذه الاستمارات إلى المخاطر المتزايدة للإصابة بخلل في النمو العصبي لأطفال المجموعة ذات المعدلات الأقل من الأكسجين. كذلك لم تُدْرِج أيٌّ من هذه الاستمارات الموتَ كأحد المخاطر المحتملة، بالرغم من أن الاتفاق التمهيدي - الذي لا يطَّلع عليه الوالدان - يُدْرِج الموتَ بين الآثار السلبية ذات الصلة «التي ربما ترتبط بالدراسة». إن استمارات الموافقة أكدت للوالدين أن: «كافة أساليب العلاج المقترحة في هذه الدراسة تقع ضمن معايير الرعاية، ومن ثم فإن أي زيادة متوقَّعة في وقوع خطر على أطفالكم حديثي الولادة غير واردة». إن جزءًا كبيرًا من مؤسسة الطب الحيوي قد احتشد لدعم الباحثين في هذا الميدان، واللجان الأخلاقية التي تُصَادِق على استمارات الموافقة المُطَّلَع عليها. ويؤكد هؤلاء أن المخاطر التي يواجهها الرضع إنما مَرَدُّها إلى كونهم وُلدوا قبل أوانهم، وليس بسبب وضعهم ضمن مجموعة بعينها من مجموعات التجربة. ولأنّ التجربة تقدِّم علاجًا يقع في إطار الإرشادات المقبولة، التي تم التصديق عليها من قِبَل الأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال، فإن الدراسة لا تحوي أي نوع من المخاطرة، مما يجعل استمارات القبول لائقة.

لا شك أن الغايات التي سعى إليها مشروع «التجربة العشوائية للتوتر السطحي والضغط العالي والتزود بالأكسجين» نبيلة، فضلًا عن تعامُلها مع احتياج الأطباء إلى معلومات أفضل. وقد تمخضت الدراسة عن نتائج ذات دلالة: فالأطفال الذين تلقوا معدلات أقل (بهدف الحفاظ على نسبة الأكسجين بالهيموجلوبين بمعدل 85%-89%) كانوا أقل عرضةً للإصابة بأمراض عيون خطيرة ـ لكنهم كانوا أكثر عرضة للوفاة ـ من الأطفال الذين تلقوا معدلات أكسجين بمعدل 91%-95%، ولكن في عصرٍ ينبغي أن تُوضع فيه الشفافية واحترام المواد البحثية فوق كل الشبهات، فإن استمارات القبول الخاصة بالمشروع لم تنجح في اجتياز الاختبار. وبالرغم من أن أحدًا لا ينكر أن الأطفال الذين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تم إدراج أسمائهم في الدراسة لم يكونوا بصدد مخاطرة أكبر من تلك التي يتعرض لها الأطفال غير المُدْرَجِين، إلا أن هذه الاستمارات لم يتم التوقيع عليها بصورة جماعية، وإنما من قِبَل أفراد.

لتضع نفسك في مكان أحد والدَيْ طفلٍ وُلد مبكرًا بفترة غير قليلة. هل كنتَ ستُقْبِل على اتخاذ قرار بإدراج اسم طفلك في هذه التجربة، إذا كانت استمارة الموافقة تؤكد ـ بلغة بسيطة وواضحة ـ أن الأطفال الملحقين بإحدى المجموعتين ربما يصابوا بالعمى، وأنّ أطفال المجموعة الأخرى يتعرضون لنسبة مُخَاطَرَة أكثر ارتفاعًا لإصابات بعجز أو إعاقة في النمو العصبي؟ وهل كنتَ ستُقْدِم على اتخاذ قرار بإدراج اسمه، إذا أوضحت الاستمارة أنه في حالة عدم المشاركة قد يظل بمقدور طبيبك الخاص أو المؤسسة المعالِجة المحافظة على طفلك بمعدل متوسط؛ لتجنُّب النتيجتين؟ ربما تفعل.. ولكنك حين تفعل ذلك، فسيكون وأنت على دراية كاملة بالمخاطر المصاحِبة. إن الوالدين في هذه الحالة لا يمكن أن يُقْدِما على هذا الفعل.

لقد أعلن مكتب «حماية البحوث البشرية» في شهر يونيو الماضي، بناءً على ضغوط من أطراف عدة، أنه لن يصادق على باحثي مشروع «التجربة العشوائية للتوتر السطحي والضغط العالي والتزود بالأكسجين»، وأجَّلَ التعليق لاجتماع منتصف شهر أغسطس الماضي. إنَّ كون القضايا المثارة من النوع الشائك والمعقد ليس هو الأمر الأهم، فالبحث العلمي لا يزال يحتفظ بمكانته، مهما تباينت سياقاته، وسوف يبقى واجب توفير الحماية اللازمة للعناصر البشرية المتطوِّعة الأولويةَ القصوى. ■

مضـافٌ إلى الأغـذية

لكلٍّ من تضارُب المصالح، والفجوات البيانية تأثير سلبي على موقف الرقابة الأمريكية من المضافات الصناعية إلى الأغذية.

يستطيع الطاهي الذي يبدع في تقديم طبق شهي أن يختار من بين أكثر من 10,000 صنف من المضافات الغذائية؛ لتزيين الطبق. ويُصنَّف 43% من تلك المواد الكيميائية (المضافات) على أنها «مضافات غذائية آمنة» GRAS، ولا تحتاج إلى موافقة إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية.

هذا.. ويعاني نظام تقييم تلك المواد من بعض نقاط الضعف، فالمُصنِّع مسؤول عن تقييم ما إذا كان أحد المضافات التي طورها هي من مجموعة «المضافات الغذائية الآمنة»، أم لا. وبمجرد أن يتم ذلك، يُطلب من المُصنِّع ــ دون إلزام ــ أن يُخْطِر إدارة الأغذية والعقاقير. ولا توجد بيانات لتقييم مدى الامتثال بشكل منتظم، ولكن إدارة الأغذية والعقاقير اكتشفت خلال التدابير التي اتخذتها في عام 2010 بخصوص المشروبات الكحولية المضاف إليها الكافيين أن هناك عيِّنة من أربعة مُصنّعين تم الاستعلام عنهم؛ فوُجد أنهم لم يؤدوا جميعهم الفحوص المطلوبة.

وحتى عندما يقوم المُصنِّعون بتقديم القرارات الخاصة بـ«المضافات الغذائية الآمنة»، يكون هناك بعض القلق بخصوص جودة التقييم. ويكشف أحد المشروعات الجارية في المؤسسة غير الربحية «بيو تشاريتابل ترستس» Pew Charitable Trusts في واشنطن العاصمة وجود فجوات بيانية محبِطة. ويبين البحث في ثلاث من قواعد بيانات للسُّمِّيَّة ـ متضمنةً قاعدة بيانات إدارة الأغذية والعقاقير ـ أن أقل من 38% من المواد المنتمية إلى «المضافات الغذائية الآمنة» تدعم وجودها دراسات علمية في السموم على الحيوانات، التي أوصت بها إدارة الأغذية والعقاقير (T.G. Neltner *et al*. *Reprod*. *Toxicol*. http://dx.doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.07.023;2013). وقد قام الفريق نفسه بنشر تحليل لعدد451 إشعارًا بمواد تنتمي إلى مجموعة «المضافات الغذائية الآمنة» قُدمت إلى إدارة الأغذية والعقاقير. ولتجنُّب تعارض المصالح، يجب أن يقوم فريق مستقل من الخبراء بإجراء التقييمات. والواقع أنه لم يكن أيٌّ من التقييمات كذلك، فقد أجرى 22% منها موظفٌ يعمل لدى المُصنِّع (T. G. Neltner *et al*. *JAMA Intern.Med*. http://doi.org/nd5; 2013).

وقد أبلغت إدارة الأغذية والعقاقير دوريّة «نيتشر» في الأسبوع الأول من شهر أغسطس الماضي بأنها خطَّطت لإصدار تعليمات توضِّح كيف تستوفي أي مادة شروط الانضمام إلى مجموعة "المضافات الغذائية الآمنة". وقد اقتُرِحَ من قِبَل المؤسسة غير الربحية «بيو تشاريتابل ترستس» أنْ يتم الأخذ بسياسة تعارُض المصالح التي تتبعها إدارة الأغذية والعقاقير؛ لاختيار المستشارين؛ وتطبيقها على تقييم "المضافات الغذائية الآمنة". وينبغي على إدارة الأغذية والعقاقير انتهاز الفرصة لحماية الصحة العامة، وتعزيز الثقة. ■

تثبيـت النيتروجيـن

يوفِّر مركَّب حديد بسيط فرصةً لتحديث الكيفية التي يُصَنَّع بها الإمداد العالمي من النشادر.

حينما يدور الحديث عن العمليات الطبيعية للنباتات، فإن عملية البناء الضوئي تقع في بؤرة الاهتمام. وإذا ما استطاع الباحثون أن يحاكوا ـ بصورة فعالة ـ مقدرة هذه العملية على تحويل ضوء الشمس إلى طاقة، فإن هذا يَعِدُنا بانتهاء مشكلات الطاقة، إلا أنهم لم يستطيعوا فعل ذلك حتى الآن، لكنهم صادفوا حظًّا أكبر في تسخيرهم ومحاكاتهم لعملية تثبيت النيتروجين، التي على الرغم من أهميتها.. لم تلق نصيبها من الترويج. وتتلخص تلك العملية في تحويل نيتروجين الهواء الجوي إلى نشادر، ويمكن استخدامها من قِبَل النباتات؛ لتخليق الحمض النووي، والحمض النووي الريبي، والبروتينات. كما يمكن استخدامها أيضًا من قِبَل الصناعة؛ لإنتاج المُخَصِّبات والمتفجرات. وقد أعلن الكيميائيون عن اكتشافهم لجزء مهم من المعضلة، إذ تَعَرَّفَ جوناس بيترس وزملاؤه ـ في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (كالتك) في باسادينا ـ على مُرَكَّب حديد صغير، يقوم بتحفيز هذا التحويل بصورة فعّالة.

يأتي هذا الاكتشاف بعد مرور قرن كامل من عمل كارل بوش على النيتروجين في أوباو بألمانيا، تلك الخطوة التي قادت إلى موت الملايين من البشر، وإلى ولادة وبقاء مليارات آخرين. عمل بوش على توسيع نطاق تفاعل مختبري، يزاوج ما بين نيتروجين الهواء الجوي والهيدروجين المنتَج من الغاز الطبيعي؛ لإنتاج النشادر المصنَّع. وتُطْلِق المَراجعُ على تلك العملية اسم «هابر»، تَيَمُّنًا بالكيميائي الألماني فريتز هابر، الذي توصَّلَ إلى ذلك الاكتشاف العلمي الكبير، إلا أنه من الأنسب أن يُطلق عليها اسم «هابر-بوش»، حيث حاز كلٌّ من هابر، وبوش جائزة «نوبل»؛ مكافأةً لهما على إنجازاتهما.

من الصعب أن نبالغ في وصف مقدار تأثير عملية «هابر-بوش». يوضِّح أحد الرسوم البيانية المنشورة عام 2008 (ذلك العام الذي وافق مرور قرن على تاريخ إصدار براءة الاختراع لهابر) الكيفية التي صاحبت فيها الزيادة في عدد سكان العالم منذ عام 1960 زيادة في استخدام المُخَصِّبات النيتروجينية (J. W. Erisman *et al*. *Nature Geosci*. **1**, 636-639; 2008). إنّ النمو السكاني كان واحدًا من أهداف هابر في تطويره لعمليته، بسبب سهولة الحصول على المُخَصِّبات، وبالتالي الحصول على الغذاء. وكان هدفه الآخر هو تمكين ألمانيا من إتقان علم الذخائر. وتَطَلَّبَ الهدفان زيادة الإمداد الصناعي من النيتروجين المثبت من عدة مئات من آلاف الأطنان التي كانت متاحة للاستخدام بصورة سنوية في بداية القرن العشرين، حينما كان الإمداد يعتمد على الموارد الطبيعية، مثل الجوانو، ومعدن ملح البارود (نترات البوتاسيوم، ونترات الصوديوم).

تَحَتَّمَ على بوش أن يعالِج النيتروجين والهيدروجين تحت ضغطٍ وحرارةٍ مهولتين؛ من أجل إجراء عملية التحويل إلى النشادر. وفي الصناعة، ما زالت هذه العملية تُجْرَى بذات الطريقة المكلفة شديدة الاستهلاك للطاقة.

النقطة الأهم هي أن التخليق الذي تصفه المجموعة البحثية من كاليفورنيا يحدث تحت ظل ظروف معتدلة، وصديقة للبيئة، وهي ذاتها التي تحدث في ضوئها هذه العملية في الطبيعة.. (حسنا، حينما يحدث التحويل في التربة، توجد طريقة إضافية لتثبيت النيتروجين، وهي فِعْل الوَمْض الحارق لضربة البرق). وقد تَفَحَّصَ بيترس وزملاؤه الإنزيمات والعوامل المساعِدة التي تصنع النشادر في جذور بعض النباتات، مثل البقوليات. كذلك عُرِفَ منذ عقود أن الحديد مهم للعوامل المساعدة تلك، إلا أنّ سبب وكيفية قيامه بذلك ظلّا لُغْزَيْن. ولفترة من الزمن تَحَوَّلَ الاهتمام إلى عنصر المُوليبدِينَم، الذي أوضح الكيميائيون أنّ بمقدوره أنْ يساعد في صناعة النشادر، إلا أن البيانات الكيميائية الحيوية والطَّيْفِيّة جدَّدت من التركيز على الحديد. وتدعم النتائج التي توصَّل إليها علماء «كالتك» أنّ: (بمقدور مركب الحديد الذي تعرّفوا عليه أنْ يقوم بهذه المهمة، دون الحاجة إلى المُوليبدِينَم).

استغرق بوش أقل من خمسة أعوام؛ لتسويق اكتشاف هابر تجاريًّا، ولإحداث ثورة بالإمداد الصناعي من النشادر. وقد يحتاج الباحثون إلى فترة زمنية أطول؛ من أجل أن يبنوا على هذه النتائج الحديثة، إلا أن لديهم ـ على أقل تقدير ـ أرضيّة ينطلقون منها.

لطالما كانت الرهانات في هذا المجال كثيرة.. ففي القرن التاسع عشر، خاضت بيرو وتشيلي حربًا على الجوانو. وحينما حُرِمَت ألمانيا من الحصول على ملح بارود شيلي خلال الحرب العالمية الأولى، قدَّمَت عملية «هابر- بوش» لها وللعالم بديلًا، أحكمت القبضة عليه تمامًا. وطوال الوقت، ظلت البقوليات ـ مثل البرسيم، والفول السوداني، ونبتة الفِصْفِصَة ـ تقوم بعملياتها المناظِرة بهدوء وبصورة فعالة. وبعد انقضاء قرن على عمل بوش، يمكن للعلماء أن يساعدوا في كتابة فصل جديد من قصة النشادر. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

رؤيـة كَـوْنيـّـة


WELLCOME LIBRARY, LONDON

تحقيـق التـوازن بين خصـوصية الأفـراد، والمنفعـة العـامة

يقول **مارتن بُوبْرو** إن مضاعفة إمكانية الوصول إلى البيانات البحثية ستؤدي إلى تحقيق منفعة علمية هائلة، وسوف يتمكن المستخدمون من المساعدة في وضع مبادئ عالمية بخصوص كيفية إجراء ذلك.

تحدَّث عدد الأسبوع الثاني من شهر أغسطس الماضي من دوريّة «نيتشر» ـ الطبعة الإنجليزية ـ عن جينوم ثانٍ للخلايا السرطانية المسماة «هيلا»، وعن الإعلان الذي صدر من «المعاهد الصحية القومية الأمريكية»، الذي يتناول سيطرتها على مَنْ سيستخدم المعلومات المتتابعة، وبالتالي إلقاء الضوء على قضية متنامية في العلم الحديث: وهي إمكانية الوصول إلى بيانات الأبحاث الطبية الحيوية المتعلقة بالصحة.

إنّ حجم هذه البيانات آخِذٌ في النمو بسرعة هائلة؛ ناشئة عن دراسات الظروف الصحية للمجتمعات، والدراسات الجماعية الكبيرة التي تتبع صحة الأشخاص على مدار سنوات عديدة (مشروع البنك الحيوي البريطاني، على سبيل المثال)، ودراسات تتبُّع الحمض النووي لعديد من الأشخاص (مشروع «الألف جينوم» على سبيل المثال). وقد أصبح كل من الباحثين والممولين والحكومات على دراية متزايدة بالقوة المحتملة الناتجة عن ربط مجموعات مختلفة من البيانات، والتعاون في تحليلها. وعلى سبيل المثال.. قد تؤدي بيانات الجينوم المرتبطة بمجموعات كبيرة من سجلات المرضى إلى الكشف عن روابط تتعلق بمرضٍ، ما كنا لنكتشفه. هذا.. بالإضافة إلى بيانات العلوم الاجتماعية، التي قد تضفي قيمة إضافية على هذه الدراسات.

يجب أن تؤدي مضاعفة إمكانية الوصول إلى مصادر البيانات إلى زيادة فرص قيام العلماء باكتشافات ذات فوائد طبية. وبالتالي، يطلب معظم ممولو الأبحاث الرئيسيون أن يضمن متلقُّو التمويل إتاحة أي مجموعة ضخمة يمتلكونها للباحثين الآخرين. إنه لمطلب أخلاقي حين نسعى إلى مضاعفة قيمة البيانات البحثية الناتجة من المشاركين البشر، خصوصًا عند استخدام تمويل من الأموال العامة.

استجابةً لسياسات إتاحة الوصول، هناك اتجاه ناشئ للسماح للباحثين غير المخالفين للقوانين بالوصول إلى البيانات البحثية قبل النشر. ومع إتاحة البيانات غير المنشورة، هناك مجموعتان من المصالح بحاجة إلى الحماية، حيث يتوقع معظم المشاركين في الأبحاث حماية الخصوصية، ولا يريدون سهولة التعرف على سجلات الجينوم الخاصة بهم وسجلاتهم الصحية. إضافة إلى ذلك.. يتوقع الباحثون ـ الذين يبذلون الجهد والعرق، ويبرعون في أعمالهم، ويقضون الوقت لإنتاج ومعالجة وإدارة مجموعات بيانات بحثية كبيرة ـ أن يحصلوا على التزكية المناسبة. يرتبط هذا أيضًا بالنقاشات الناشئة حيال التجارب الإكلينيكيّة، وهي النقاشات التي ترجِّح وجود حاجة إلى المزيد من إمكانية الوصول إلى البيانات على مستوى المرضى (على النحو الذي تم إبرازه به في حملة 'AllTrials')، وذلك مع احترام بنود إذن المشاركين في الدراسة.

لِتَخَطِّي تلك المشكلات، قامت دراسات كبيرة عن الجينوم ودراسات مطولة بإعداد إجراءات معينة؛ للوصول إلى البيانات، وغالبًا ما يتم الإشراف عليها بواسطة بعض اللجان. وهذا هو ما قامت به «المعاهد الصحية القومية» فيما يتعلق بخلايا «هيلا». وبينما ينمو عدد لجان الوصول إلى البيانات هذه مع نمو الروابط بين مجموعات البيانات، ينشأ سؤال: هل يُعَدّ هذا النهج التدريجي نهجًا مناسبًا؟ حيث لن يتم تحقُّق الإمكانات العلمية والطبية للبيانات سوى في حالة وجود عقبات الوصول إلى البيانات أمام الباحثين، وعقبات تسجيل ووصف متغيرات البيانات. وبالتالي، هل يحتاج علم الطب الحيوي إلى وضع وتعزيز مبادئ تَحَكُّم مشتركة؟

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/gp5hgu

هناك أسباب للحذر: وهي احتمالية تسبُّب ربط البيانات في زيادة مخاطر التعرف على الأفراد. ومع ظهور المزيد من الأبحاث القائمة على مجموعات البيانات المرتبطة، سيكون من المهم للغاية فهم كيفية استخدام هذه البيانات، وتصنيف المخاطر، وإعداد تحكُّم متسق يتيح انتشار استخدامات ابتكارية للبيانات مع حماية سِرِّيَّة المشاركين قدر الإمكان.

إنني أَتَرَأَّس «مجموعة الخبراء الاستشارية للوصول إلى البيانات»، وهي مجموعة عمل، تم إعدادها لتوفير النصح الاستراتيجي للمموِّلين حيال هذه القضية. ونحن نحتاج إلى مساعدتكم في ذلك. لقد تحدثنا بالفعل مع مَنْ ينتجون ويديرون بيانات الطب الحيوي والعلوم الاجتماعية. ونريد الآن مشاركة مَنْ يستخدمون البيانات، أو مَنْ قد يرغبون في استخدامها مستقبلًا.

ما الذي سيبدو عليه المشهد التنظيمي بالنسبة إلى مستخدمي البيانات المحتملين؟ هل ستتضاعف قيمة البيانات؟ وإنْ لم تحدث تلك المضاعفة، فما السبب؟ وما عدد مجموعات البيانات الموجودة؟ وما هي مجالاتها؟ وما عدد لجان التحكُّم في الوصول إلى البيانات التي تتحكم فيها؟ وما هي معايير عمل تلك اللجان؟

> إنه لمطلبٌ **أخلاقي** أنْ نسعى إلى مضاعفة قيمة **البيانات البحثية.**

يتمثل اختصاص مجموعة العمل في المولين العاملين في بريطانيا، ولكن يتسم إطارنا بالعالمية، ونحن نريد تَخَطِّي الحدود التنظيمية والقومية. مع ذلك.. وجدنا حتى الآن أنه من الصعب للغاية الحصول على نظرة عامة على الموقف في بريطانيا؛ ناهيك عن الموقف العالمي. ويعود ذلك ـ بشكل جزئي ـ إلى تكاثر البيانات في مجموعات بيانات كبيرة ومعقدة ومتنوعة بشكل متزايد، كما يعود إلى مجموعة التنظيمات والمعايير والسياسات التي تتحكم في إدارة البيانات البحثية حول العالم.

للمساعدة في ملء الفجوات، نُجْرِي استبيانًا عبر الإنترنت لمستخدمي البيانات البحثية؛ ويسرنا تَلَقِّي إسهامات قراء «نيتشر». وإذا كنتَ تستخدم بيانات مشتركة في بحثك، أينما كنت في العالم، فإنني أحثك على المشاركة (تفضل بالاطلاع على الموقع التالي: go.nature.com/bmun1x).

إننا نهتم ـ على سبيل المثال ـ بكيفية تأثير تقييد الوصول إلى البيانات على مشاريعكم، ومدى سهولة عثوركم على مجموعات البيانات المناسبة. ونعرف أنه يتم الاحتفاظ ببعض أنواع هذه البيانات في مستودعات مركزية، لكن يتم الاحتفاظ بأنواع أخرى وإدارتها وتنسيقها ضمن أنظمة إدارة بيانات محلية أو مؤسسية معروفة لمجموعة صغيرة من المتعاونين فقط.

يتمثل تحدي إمكانية الوصول إلى البيانات في تحقيق التوازن المناسب.. فمن ناحية، يحتاج المديرون إلى القيام بحماية صارمة لمصالح المشاركين في البحث، وتطبيق عقوبات رادعة على أي شخص يسيء استخدام هذه البيانات عن عمد. ومن ناحية أخرى، يحتاج المديرون أيضًا إلى ضمان إتاحة الوصول إلى البيانات البحثية من قبل الباحثين غير المخالفين للقوانين، دون تكاليف غير ضرورية، ودون تأخير. وسوف يتم تقديم مساعدات كبيرة في حالة وجود اتفاق شامل حيال مبادئ هيكل البيانات المشتركة، والتحكم فيها، واستخدامها. ■

مارتن بوبرو حاصل على الزمالة الفخرية في جامعة كمبريدج في بريطانيا.
البريد الإلكتروني: mb238@cam.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



أوقفوا سَيْل عناصر قياس الأداء

تهدِّد الهيمنةُ المتزايدة للتقييم الكمي للأبحاث القِيَمَ الموضوعية ذات الأهمية القصوى في المجال الأكاديمي، على حد قول **كولين ماسِلْوين**.

دَرَجَ رؤساء أبرز الجامعات حول العالم على تَبَنِّي شعور بالشك الصحي تجاه جداول ترتيب الجامعات حسب الأفضلية، وعناصر القياس التي تستند إليها تلك الجداول، لكن المسؤولين حاليًا بالمؤسسات التي تُحْسِن صنعًا وتَرْقَى في تلك التقييمات ـ جزئيًّا، استنادًا إلى استحقاقها، ولأنها تستخدم اللغة الإنجليزية، أو تتمتع بغير ذلك من المميزات التاريخية ـ صاروا في حيرة من أمرهم، بسبب القياسات الكمِّيَّة المستخدَمة لتصنيف أداء أعضاء الهيئات التدريسية.

إن الذين يكترثون للجودة الحقيقية للأبحاث والتعليم بحاجة إلى مقاومة هذا التحول.

لقد تطورت الجامعات بوصفها هيئات مستقلة من الأكاديميين. وفي الأساس، كان لرئيس الجامعة أو نائبه دور ثانوي، وحسب وصف الأمريكان.. فهو المسؤول عن تأمين أماكن انتظار سيارات أعضاء هيئة التدريس بالجامعة، ومعالجة أمور علاقات الطلاب العاطفية، وتنظيم شؤون الرياضة للخريجين.

ومؤخرًا ـ ولكن ليس آخرًا في بريطانيا، حيث أصبحت بعض البرامج، مثل «تمرين تقييم الأبحاث» سائدةً في الحياة الأكاديمية ـ انقلبت موازين القوى؛ وانتقلت من أقسام الجامعة إلى نائب رئيس الجامعة. إن رؤساء الجامعات الذين يحيط بهم مديرو الأبحاث وغيرهم من التابعين لهم يرغبون في استخدام عناصر القياس؛ لتحول كفة التوازن أكثر وأكثر.

وحاليًا، هناك ثماني جامعات رائدة، منخرطة بحماس في تطوير مشترك لأداة حوسبية قوية، تسمح لها بالمقارنة بين أداء باحثي هذه الجامعات وأقسامهم ومنافسيهم، وفقًا لحجم المِنَح المقدَّمة وعدد براءات الاختراع التي تم التقدم إليها، أو أي معايير أخرى تقريبًا يقع اختيارهم عليها. تُعرَف تلك الأداة باسم «كرة الثلج» Snowball (www.snowballmetrics.com)، ومن بين المؤسسات التي سجلت فيها: جامعة أكسفورد، وجامعة كمبريدج، وإمبريال كوليدج لندن، وجامعة كوليدج لندن.

وكأيِّ نظام لعناصر القياس، يمكن نظريًّا استخدام «كرة الثلج» في الخير والشر على حد سواء. وأعتقد أنه سينتهي بها الأمر إلى استخدامها في الأساس وبشكل عملي لممارسة المزيد من السيطرة على أعضاء هيئة التدريس، حيث سيتم اقتفاء أثر كل جانب من جوانب الحياة المهنية لهؤلاء الأعضاء على النظام.

بالرغم من أن أداة «كرة الثلج» تم تطويرها من قِبَل أناس مخلصين وحَسَني النية، يرغبون في ترسيخ فهم أكثر شمولاً لأداء الأبحاث، إلا أنها تشترك في نقيصة أساسية مع غيرها من أدوات تقييم الأبحاث الكمِّيَّة؛ ألا وهي أنها مبنيّة دون أسس. فهي لا تستطيع قياس جودة الأبحاث مباشرةً، ناهيك عن التعليم. ولذا.. فبدلاً من ذلك، فهي تستخدِم بدائل ضعيفة، مثل مؤشرات اقتباس الأفراد.

وقد واجهت مؤشرات الاقتباس ـ التي تصنِّف الأبحاث استنادًا إلى متوسط عدد الاقتباسات المستشهَد بها فيها ـ طعنًا شديدًا في فعاليتها في العام الحالي، إذ وقَّعت المنظمات التي تقودها الجمعية الأمريكية لبيولوجيا الخلايا على «إعلان سان فرانسيسكو لتقييم الأبحاث» DORA، متعهِّدةً بتَبَنِّي موقف ضد التفشي الذي لا زال يستخدم عناصر القياس المعتمدة على النشر في الدوريّات العلمية.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/fpfpwg

ومن أفضل أفكار «إعلان سان فرانسيسكو لتقييم الأبحاث»: المطالبة بإتاحة بنوك بيانات الاقتباسات على الملأ، بحيث يستخدمها جميع الباحثين. ونحن نتمنى لهم حظًّا سعيدًا في مسعاهم هذا. إنّ رؤساء الجامعات يعلمون أن المعلومات قوةٌ لا يُستهان بها. وهم لا يريدون البيانات فحسب، بل يسعون إلى إملاء طريقة استغلالها أيضًا.

من المشكلات الرئيسة التي تشوب عناصر القياس.. مَيْل الناس المنهجي إلى تحريف سلوكهم؛ بغية تعظيم قيمة الشيء الجاري قياسه أيًّا كان، مثل المواد المنشورة في الدوريات والمجلات الأكثر استشهادًا واقتباسًا، على حساب ما لا يجري تقييمه، كممارسة الدقة في عملية التدريس. ومن المفترض أن تتجاوز أداة «كرة الثلج» هذه المشكلة بواسطة قياس جوانب أخرى كثيرة ومختلفة في الوقت نفسه، لكنها لا تستطيع تحديد قيمة السمات التي يقدِّرها المجتمع أكثر من غيرها لدى الباحث الجامعي؛ ألا وهي أصالة التفكير، والقدرة على تحفيز الطلاب، وهو ما لا يشبه بأي حال من الأحوال حَصْد تقدير عالٍ في استبيانات الطلاب الشمولية.

> القياسات الواهية **"للجودة العلمية"** يمكن أن تهدِّد نظام **التحكيم العلمي.**

لقد أدرك كبار العلماء ـ منذ فترة طويلة ـ أن القياسات الواهية «للجودة العلمية» يمكن أن تهدِّد نظام التحكيم العلمي، الذي تم ابتكاره بعد مشقة وجهد جهيد في أغلب المجتمعات العلمية الرائدة؛ بغية توزيع التمويلات على أساس الأَحَقِّيَّة والجدارة.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية، وفي عام 1993 تحديدًا، سَنَّ الكونجرس الأمريكي قانون «الأداء والنتائج الحكومية»، الذي أجبر الهيئات الفيدرالية على البدء في قياس النتائج التي تتوصل إليها، لكن المؤسسة العلمية الأمريكية كانت قوية وواثقة من ذاتها آنذاك؛ فنجحت في إحباط المساعي الهادفة إلى حَمْل هيئات مثل المؤسسة العلمية الوطنية على الشروع في تلفيق أرقام؛ «لقياس» عمل مُسْتَحِقِّي المِنَح التابعين لها. وبدلاً من ذلك، تلتزم المؤسسة العلمية الوطنية بقياس أشياء أخرى.. كوَقْت استحقاق المنح.

إن الشعوب ذات المجتمعات العلمية الأوهن هي الأكثر عرضةً لهيمنة سَيْل عناصر القياس. وتتجلى المخاطر أيّما تَجَلٍّ في مناطق كإيطاليا، حيث لم يبسط نظام التحكيم العلمي للمنح هيمنته بعد، وفي الصين حيث يندر حتى استخدام هذا النظام. وهناك نزعة تبعث على القلق في الدول النامية، وخاصةً لدى هيئات الأبحاث، حيث يشيع تجاوز مسألة التحكيم العلمي المزعجة، والانتقال مباشرة إلى التخصيص البحت للتمويل على أساس الأداء الذي يتم تقييمه. وهذا من شأنه تجاوُز الجودة، وفتح الباب على مصراعيه للفساد.

إنني أرى ثمة مشكلات تلوح في الأفق بالجامعات الرائدة في المملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية أيضًا. فقد اشتهرت تلك الجامعات على أيدي أكاديميين مستقلين، يدرِّسون بصبر وأناة للطلاب. وإذا تحوَّل اسم اللعبة إلى «الأداء القوي المُقَاس بالأرقام» ـ وهي رغبة نائبي رؤساء الجامعات، كما هو واضح ـ فسوف تموت الدجاجة التي تبيض بيضًا من ذهب.

يقول أنصار أداة «كرة الثلج» إنهم متحيِّرون، لأن العلماء ـ بالنظر إلى طبيعة عملهم ـ ما زالوا يشككون في عناصر قياس أداء الأبحاث، لكن العِلْم يسعى إلى الوقوف على بدائل جيدة، وقياسها، واختبار الفرضيات الجائز تفنيدها. وبالنظر إلى التقييم الكمي للأبحاث؛ نجد أنه لا يفي بالغرض. ومع ذلك.. بدأت أداة «كرة الثلج» في الانتشار، ومن الصعب أن تتنبأ بكيفية تعطيل زخمها. ■

كولين ماسِلْوين كاتب متخصص في مجال السياسات العلمية من إدنبرج، المملكة المتحدة.
بريد إلكتروني: cfmworldview@gmail.com

أضــواء على الأبحــاث

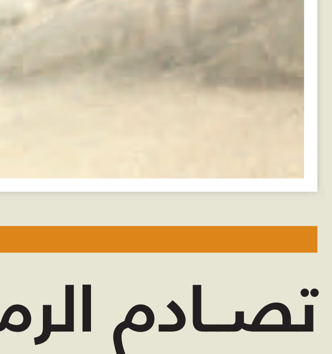
مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علوم البيئة

غرق الأراضي يسمم الآبار

مصدر للزرنيخ غير معروف سابقًا يُهَدِّد مياه فيتنام النظيفة. ويؤثر التلوث بالزرنيخ عمومًا على الآبار ذات الأعماق الضحلة. ولذلك.. تُعتبر الآبار الأعمق من 150 مترًا أكثر أمانًا. وقد اقترح ستيفن جورليك وزملاؤه ـ بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا ـ تفسيرًا لكيفية حدوث التلوث بالزرنيخ في أعماق الأرض. وحلل الباحثون منطقة في دلتا نهر الميكونج بفيتنام، حيث تلوثت آبار عميقة كثيرة. وباستخدام قياسات الأقمار الصناعية والمحاكاة؛ وجدوا أن الأراضي المحيطة بالآبار العميقة قد غرقت بعمق يصل إلى 27 سنتيمترًا منذ عام 1988، بينما كانت تُضخ منها المياه الجوفية. انضغطت طبقات الطين المجاورة لمناطق ضخ المياه الجوفية، مما قد يؤدي إلى دفع المياه المحتوية على الزرنيخ المذاب إلى طبقات المياه الجوفية العميقة. يقول الباحثون إن الآبار التي وُجدت سابقًا خالية من الزرنيخ قد لا تبقى كذلك.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1300503110 (2013)**



PAUL KENNEDY/LONELY PLANET IMAGES/GETTY

فيزياء الأرض

تصــادم الرمــال يثيـر العــواصف

تدين العواصف الرملية التي تثيرها رياح الصحراء بقوتها إلى التصادمات بين حبيبات الرمال في الجو.

فقد استخدم ماركوس كارنيرو، وهانز هيرمان وزملاؤهما ـ بالمعهد الاتحادي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ ـ المحاكاة الحاسوبية؛ لإظهار أنه بدون التصادمات، تنطلق حُبيبات الرمال سريعًا وقريبًا من الأرض، أو تتحرك في وثبات صغيرة، لكن عندما تواجه بعضها البعض في الهواء، تقفز بعض الحبيبات إلى أعلى بعيدًا عن جاراتها، وتزداد سرعتها بسبب الرياح القوية التي تهب أكثر علوًّا. هذه «السالتونات» المحلقة عاليًا تتحطم في النهاية على الأرض، فتثير وابلًا من الرمال يدعم العاصفة أكثر.

مثل هذه التصادمات يمكنها مضاعفة كمية المواد في الهواء، مما يزيد الكميات التي تحملها العواصف وهي تشكِّل المشهد الصحراوي.

Phys. Rev. Lett. **111, 058001 (2013)**

الميكانيكا الحيوية

حرير العنكبوت يمنع التقلُّب والتأرجح

إنّ خيط حرير يساعد العناكب النطّاطة في الهبوط سريعًا على أقدامها. فالعناكب النطّاطة يمكنها التحرُّك لمسافة تفوق طول أجسامها بعشرين مرة في وثبة واحدة، عادةً باستخدام خيوط من الحرير، وكان يُعتقد أن وظيفتها تتمثل في كونها شبكة أمان، تجرّها خلفها. وكانت كاي جونج تشي وزملاؤها ـ بجامعة تشونج هسينج الوطنية في تايوان ـ قد أظهروا جميعًا أن خيط الحرير يوفِّر أيضًا التوازن؛ مما يمنع العناكب المفترسة من أنْ تُلقى بعيدًا جدًّا إلى الوراء في الهواء، وبالتالي يتركها مستعدة للعمل عند الهبوط.

وقد أظهرت اللقطات المتتابعة للعناكب النطّاطة من فصيلة «هساريوس أدنسوني» أنّ العناكب ذات الحرير (في الصورة؛ على اليسار) حافظت على تموضعها خلال القفزات؛ فهبطت على الأقدام أولًا، وكانت على استعداد للانقضاض في حوالي 10 ملّي ثانية. وهبطت عناكب نطّاطة لا تُنتج الحرير (في **الصورة**؛ على اليمين) على بطونها، وانزلقت أو تعثرت، واحتاجت أحيانًا إلى أكثر من 50 ملّي ثانية لاستعادة مواطئ أقدامها.

J. R. Soc. Interface **10, 20130572 (2013)**





YUNG-KANG CHEN; KAI-JUNG CHI/JRS

علم الفلك

نجوم المعادن تصنع سُحُبًا من الرصاص

هناك اثنان من النجوم الغنية بغاز الهيليوم تحتويان على كمية كبيرة من عنصر الرصاص، لم ير الفلكيون لهذه الكمية مثيلًا من قبل. قد تمثِّل هذه النجوم مرحلة وسطيّة من التطور النجمي، حيث يمكن أن تثري المعادن الثقيلة، وتشكِّل طبقات تشبه السحب.

وقد قام فريق بقيادة نسليم نيلامكودان ،وسايمون جفري من مرصد أرما قرب بلفاست، المملكة المتحدة، بتحليل ضوء من تسعة نجوم دون مستوى القزم، واكتشفوا نجمين غنيين بالرصاص، أوّلهما على بُعْد 250 فرسخًا فلكيًّا من الأرض، والثاني على بعد 300 فرسخ فلكي من الأرض. ويعتقد الباحثون أن كلا النجمين يمكن أن يحتوي على ما يصل إلى 100 مليار طن من الرصاص، أي ما يصل إلى 100 ضعف الكمية الموجودة عادةً في نجوم دون القزم.

وحسب قول الباحثين، يبذل ضوء النجوم ضغطًا إشعاعيًّا، وهو قوة طفيفة يمكنها دفع الجسيمات. وهذا قد يدفع المعدن الثقيل لينفصل إلى طبقة رقيقة بالغلاف الجوي.

Mon. Not. R. Astron. Soc. **http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stt1091 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأمراض المَدارِيّة

تطوير لقاح ضد عدوى للملاريا

هناك لقاح مصنوع من شكل لطفيلي الملاريا، تمَّت تنقيته وإضعافه؛ فَوَفَّرَ حماية بنسبة 100% في تجربة إكلينيكية صغيرة. فمن بين الأشخاص الستة الذين تلقوا خمس جرعات وريدية من لقاح حي مُوهِن، ثم أصابهم لسع البعوض المعدي، لم يُصَبْ أحد منهم بالملاريا، ولكنْ أصيب بالمرض 5 ـ 6 أشخاص غير محصنين باللقاح، وثلاثة من أصل تسعة مرضى تلقوا جرعات أقل من اللقاح. هذه المستويات من الحماية، التي أوردها روبرت سيدير وزملاؤه ـ بمعاهد الصحة القومية في بيثيسدا، ميريلاند ـ تفوق كل ما تم إنجازه سابقًا للقاح ضد الملاريا. هذا.. وسوف يُختبر اللقاح قريبًا في تجارب ميدانية أكبر بأفريقيا؛ مما سيحدد فترة حماية اللُّقاح، وما إذا كان فاعلًا ضد سلالات أخرى من طفيلي الملاريا، أم لا.

Science **http://dx.doi.org/10.1126/science.1241800 (2013)**

البيولوجيا الاجتماعية

الحشرات تُظْهِر عقلية جمعية ذكية

STEVEN JOHNSON

فيما بين الحشرات الاجتماعية، يتفوق الأفراد في القرارات السهلة، وتتصرف المستعمرات بشكل أفضل في التمييز الدقيق، لكن الأسراب الكبيرة قد تحصل على أفضل الخيارات.

إنّ النمل المنزلي الصياد *Temnothorax* (**الصورة**) يجدِّد بعضه لمنازل جديدة محتمَلة. فقد أجبر تاكاو ساساكي وزملاؤه ـ بجامعة ولاية أريزونا في تيمب ـ نملًا معزولًا عن المستعمرة ومستعمرات كاملة أيضًا على الاختيار بين عُشَّيْن. وعندما كان أحد الموقعين أفضل قليلاً من الآخر، انتقت المستعمراتُ الموقعَ الأحسن بشكل أفضل من الأفراد. وعندما كانت الاختلافات بين الموقعين أكبر، كان أداء فرادى النمل أفضل.

والمستعمرات الكبيرة تكون أفضل عندما تكون هناك اختيارات أكثر ينبغي اتخاذ قرارات بشأنها. وقد استخدم تيموثي شاريف وزملاؤه ـ بجامعة سيدني، أستراليا ـ نماذج رياضية وتجارب ميدانية؛ لمقارنة كيف اختار نحل العسل *Apis mellifera* موقع عش جديد. فأسراب النحل البالغ عددها 15 ألف نحلة اختارت مواقع مثالية في أحيان أكثر من الأسراب البالغة 5 آلاف نحلة. حيث تحتوي الأسراب الضخمة على كشافة أكثر، وبالتالي يمكنها جمع خيارات أكثر لمساكن محتمَلة، والمقارنة بينها.



JAMES S. WATERS; TAKAO SASAKI/PNAS

J. R. Soc. Interface **10, 20130533 (2013); *Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1304917110 (2013)**

الطب النفسي الجزيئي

عامل مسبِّب للتَّوَحُّد والفِصَام

إنّ نقص البروتين الذي يقيد الحمض النووي الريبي قد يكون عاملًا مشتركًا لنشوء مخاطر اضطرابات، من ضمنها أمراض الفصام، والتوحد، وضعف الإدراك.

كان نيلسون فريمر بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجليس، وأوتز فيشر بجامعة ڤورتسبرج، ألمانيا، وزملاؤهما قد أجروا دراسة على سكان منطقة بشمال فنلندا، تتكرر لديهم مثل هذه الاضطرابات بشكل خاص. واكتشف الباحثون أن كثيرًا من الناس بهذه المنطقة يفتقدون جزءًا صغيرًا من كروموسوم يحتوي على جين بروتين TOP3β الذي يربط الحمض النووي الريبي. وتزيد هذه الطفرة من مخاطر الإصابة بالفصام واضطرابات نمو عصبية أخرى. يتفاعل بروتين TOP3β مع FMRP، وهو بروتين مرتبط بمتلازمة هشاشة كروموسوم إكس والتوحد.

وفي دراسة منفصلة، وصّف سايج زو، ووَيْدونج وانج وزملاؤهما ـ بمعهد الشيخوخة الوطني في بالتيمور، ميريلاند ـ هذه التفاعلات، وأظهروا جميعًا أن الطفرات في بروتين TOP3β ، أو بروتين FMRP يمكن أن تسبِّب نموًّا غير طبيعي لنقاط الاشتباك العصبي في الذباب والفئران.

Nature Neurosci. **http://dx.doi.org/10.1038/nn.3484; http://dx.doi.org/10.1038/nn.3479 (2013)**

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

علوم البيئة

السفن تزيد حموضة المحيطات

الأكثر قراءة على www.wiley.com

إنّ التلوث الناجم عن السفن يمكن أن يجعل المياه في المسارات البحرية التجارية المزدحمة أكثر حموضةً، وقد يسهم في زيادة الحموضة محليًّا على نطاق يماثل ذلك الناجم عن زيادة ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي.

فقد صاغ ديفيد تيرنر وزملاؤه ـ بجامعة جوتنبرج في السويد ـ نماذج لتأثيرات انبعاثات النقل البحري في مياه العالم باستخدام شبكات إحداثيات مرجعية، وحداتها درجة واحدة لخط طول وخط عرض. ويبيِّن هذا التفصيل الدقيق أن انبعاثات السفن من أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين تُحمِّض المياه في بعض المناطق الساحلية بنصف الأرض الشمالي بمقدار يصل إلى 0.002 درجة حموضة كل صيف. واللوائح التي تسمح للسفن بالحدّ من الانبعاثات في الهواء بـ«تنظيف» عادم الوقود بمياه البحر قد تسرع التَّحميض، من خلال تحويل الحمض إلى المياه السطحية.

يقول الباحثون: "رغم أن التحميض الناتج عن شحن السفن ليس محركًا كبيرًا لتحميض محيطات الكوكب، إلا أنه قد يكون مصدر قلق بأماكن ازدحام السفن قرب مصائد السَّمَك، أو المناطق المهمة للتنوع الحيوي البحري".

Geophys. Res. Lett. **40, 2731–2736 (2013)**

علم الإحاثة

ترميم بمادة الأسنان في سمكة أحفورية

ربما يكون السمك عديم الفك، الذي سَبَح في البحار منذ نحو 400 مليون سنة، قد اعتمد على آلية إصلاح تلف العِظام نفسها، كما تفعل الثدييات الحديثة لإصلاح أسنانها.

فقد حلل فريق بقيادة زَرينا يوهانسُن ـ بمتحف التاريخ الطبيعي في لندن ـ حفريات لسمكة *Psammolepis* كبيرة من تكوينات صخرية في إستونيا، ولاتفيا. تغطي هذه السمكات دروعٌ عظميّة مكسوة بطبقة رقيقة من العاجين (عاج الأسنان)، وهي الأنسجة نفسها التي تتكون منها الأسنان. كانت عيِّنة واحدة لها درع تالف، ربما بسبب هجوم حيوان مفترس. وفوجئ الباحثون بأن اللوح العظمي لم يكن محشوًّا (مسدودًا) بالعظام، بل بالعاجين، مادة الأسنان.

وهناك خلايا جذعية متخصصة تُسرع إعادة نمو العاجين في الثدييات الباقية، كالبشر، والفئران. ويشير الباحثون إلى أن هناك آلية مماثلة وُجِدَت لدى هذه السمكة عديمة الأسنان؛ لإصلاح درعها العظمي.

Biol. Lett. **http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2013.0144 (2013)**

بيولوجيا النبات

السحلبيّات الغشاشة تطوِّر نفسها

تجذِب زهورُ السحلبيات ـ أو الأوركيدات ـ الملقِّحات (النَّحْلات) بوعودٍ ـ لا يُوفَى بها ـ عن وجود رحيق، لكن بعض الزهرات المخادعات سابقًا طوّرت قدرةً على إنتاج المكافأة السُّكَّرِيّة.. فحوالي 40% من أنواع السحلبيات يُعتقد أنها كاذبات زهرية، ومنها العديد من أعضاء جنس السحلبيات الأفريقية المتنوعة *Disa uniflora* (**الصورة**). وقد أجرى ستيفن جونسُن وزملاؤه ـ بجامعة كوازولوناتال بجنوب أفريقيا ـ تحليلًا لحوالي 111 نوعًا من سحلبيات ديسا، مميِّزين كلًّا منها بوجود الرحيق، أو عدم وجوده.

وقد أظهر الباحثون ـ عن طريق تعيين هذه البيانات على شجرة تطوُّر للجنس ـ أنّ إنتاج الرحيق تَطَوَّرَ من أسلاف مخادعة تسع مرات، وفُقِد مرة واحدة. ويرجِّح الباحثون أن مثل هذه التحولات قد وجَّهتها الظروف البيئية التي تفضِّل سلامة أحد الأنظمة، دون نظام آخر.

Biol. Lett. **9, 20130500 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البدانة

الحصيلة الفادحة لجراحة المعدة

إنّ جراحة خفض الوزن تحسِّن صحة الفئران البدينة، لكنها تعرِّض ذريتها لمخاطر البدانة ومرض السكري.

فقد أخضع راندي سيلي وفريقه ـ بجامعة سنسيناتي، أوهايو ـ إناث الفئران لنظام غذائي عالي الدهون، ثم أجرى لها عملية جراحية؛ لاستئصال جزء من المعدة. وبعد الجراحة، أصبحت الفئران تأكل طعامًا أقل، وفقدت وزنًا، وأظهرت أعراضًا أقل لمرض السكر، لكن كانت ذريتها أصغر حجمًا، وأكثر عرضة للبدانة، وعانت عدم تَحَمُّل الجلوكوز أكثر، مقارنةً بذُرِّيَّة إناث فئران بدينة أجريت لها جراحة صورية.

وبالنسبة إلى النساء، يقول الباحثون إن فقدان الوزن وحده قد لا يمنع من تمرير آثار البدانة لأطفالهن.

Science Transl. Med. **5, 199ra112 (2013)**

علم البكتيريا

إشارة عشوائية تطلق مقاومة العقاقير

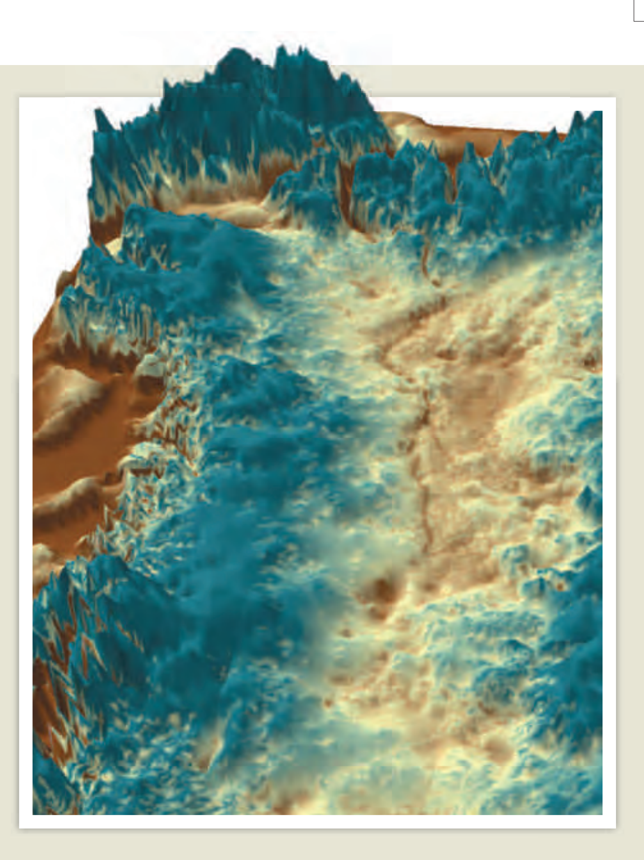
توصل باحثون إلى أن كميات تنتج عشوائيًّا من جزيء إشارة تعزز حالة تحمل العقاقير (المضادات) وُجِدت في واحدة من كل مليون خلية بكتيرية.

تتضمن عدة أنواع بكتيرية مُسببة للأمراض «مُقاوِمات»: وهي خلايا بطيئة النمو لم تتغير وراثيًّا، يمكنها الانتعاش والتكاثر بعد العلاج بمضادات حيوية. مثل هذه «المُقاوِمات» (**مصورة**؛ باللون الأحمر) متورطة في عدوى مزمنة ومعاودة مثل عدوى السل.

أظهر كين جردس وزملاؤه ـ بجامعة نيوكاسل، المملكة المتحدة ـ أن الآلية وراء استمرار البكتيريا الإشريكية القولونية يمكن تتبعها إلى جزيء الإشارة (p)ppGpp، المعروف أنه يطلق استجابة تَحَمُّل لإجهاد العقاقير بالبكتيريا.

تتفاوت مستويات هذا الجزيء فيما بين الخلايا، والخلايا النادرة التي تنتج كميات من (p)ppGpp فوق مستوى عتبة معينة تنمو ببطء وتقاوم المضادات الحيوية. لا يزال سبب إنتاج بعض الخلايا لجزيء (p)ppGpp أكثر من غيرها غامضًا، لكن الباحثين يقترحون نموذج «المجاعة المجهرية» حيث الخلايا الأقل تغذية تتمكن من الاستمرار والمقاومة. النتائج تقترح تطبيقًا للحصول على عقاقير تمنع تخليق جزيء الإشارة (p)ppGpp.

Cell **154, 1140–1150 (2013)**



الجيولوجيا

جراند كانيون في جرينلاند

استخدم الباحثون الرادار لاختراق صفحة الجليد في جرينلاند، مما كشف عن وادي (كانيون) رهيب في الطبقة الصخرية أسفل الجليد.

الوادي (في الصورة، يتجه شمال غرب من وسط جرينلاند) يمتد 750 كيلومترًا على الأقل إلى الحافة الشمالية لصفيحة الجليد ويصل عمقه 800 متر ببعض المناطق، بحسب تقرير فريق بقيادة جوناثان بامبر من جامعة بريستول، المملكة المتحدة.

قد يكون الماء هو الذي نحت الوادي الضخم بمرحلة ما منذ 3.5 ملايين سنة، عندما بدأت صفيحة الجليد في جرينلاند تنمو. هذه التضاريس ربما عملت كمسار لتصريف المياه، وقد تفسر سبب قلة البحيرات تحت جليد جرينلاند—بخلاف القارة القطبية الجنوبية.

Science **341, 997–999 (2013)**

علوم المواد

مُحَفِّز يتكون تحت الضغط

عادة ما يُحَوِّل الضغط العالي المعادن المسامية المعروفة باسم «زيولايتات» إلى ركام مسحوق غير متبلور. ومؤخرًا، أظهر الكيميائيون أن هذا ليس هو الحال دائمًا، وذلك بتحويل «زيولايت» إلى معدن جديد مستقر باستخدام الكبس عالي الضغط.

وغالبًا ما تُستخدم «الزيولايتات» كعوامل حفز، لأنه يمكن لمسامها حبس مجال من الجزيئات. واعتمادًا على بِنْيَة «زيولايت»، يمكن للمعادن تفكيك النفط الثقيل، وفصل الغازات، أو تنقية المياه.

وبحثًا عن بنَى «زيولايت» جديدة، استخدم أفيلينو كورما وزملاؤه ـ بجامعة بوليتكنيك فالنسيا، إسبانيا ـ سندان الماس لكبس المعادن. وعند مستوى 32 ألف ضعف الضغط الجوي، تَحَوَّلَ نوع من «زيولايت» السليكا بشكل دائم إلى بِنْيَة مسامية أخرى، كانت أفضل في فصل البروبين والبروبان من المادة الأصلية.

Angew. Chem. **http://dx.doi.org/10.1002/anie.201305230 (2013)**

الفيزياء الذَّرِّيَّة

ساعات فائقة الدقة

الساعة الذرية الأكثر دقة حتى الآن تُقَدِّم أو تُؤَخِّر أقل من ثانية واحدة كل كوينتيليون ثانية (أي 1810 من الثانية، أو أكثر من 30 مليار سنة)، وهي أفضل عشر مرات تقريبًا من الرقم القياسي السابق للدقة.

وقد استخدم أندرو لدلو وزملاؤه ـ بالمعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا في بولدر، كولورادو ـ أشعة ليزر لرصد تذبذب مستويات الطاقة بمجموعتين من ذرات إيتربيوم شديدة البرودة التي احتُجزت باستخدام حقول مغناطيسية وأشعة ليزر. تدق الساعات متزامنةً بدقة تعادل حوالي جزء واحد من 1810 جزء.

ومِثْل هذه الساعات الدقيقة يمكن أن تفيد الاتصالات عبر الأقمار الصناعية والملاحة، وتجعل الاختبارات بالفضاء للنسبية العامة ممكنة، وأن تُجرَى بدقة أكثر بحوالي ألف مرة من الساعات المتاحة اليوم.

Science **http://doi.org/nj9 (2013)**

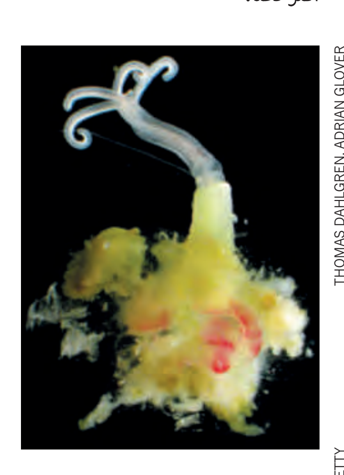
ETIENNE MAISONNEUVE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الحيوان

الديدان آكلة العظام بالبحار الجليدية

تم اكتشاف نوعين من الديدان مُلْتَهِمَة العِظَام بمياه القطب الجنوبي الباردة. وتم العثور على أعضاء أخرى من هذا الجنس في السابق في خطوط عرض أكثر دفئًا.



THOMAS DAHLGREN, ADRIAN GLOVER

ووجد علماء بقيادة توماس دالجرن بشركة «يوني ريسيرش» في بيرجن، بالنرويج، نوعًا جديدًا من دودة أوسيدَكس القطبية الجنوبية؛ (**الصورة**) تغطي عظام الحوت التي وضعها الفريق بقاع البحر. وعُثِر على نوع آخر من دودة أوسيدَكس على عظام متروكة بمياه أكثر ضحالة.

ولُوحظ أنّ ألواح الصنوبر والبلوط التي وُضِعت مع العظام ظلت في حالة شبه سليمة، خالية من اللافقاريات البحرية التي تتغذى عادةً على الخشب في المياه الأدفأ، وتلتهم السفن الغارقة بسرعة. ونتيجة لذلك.. يتنبأ الباحثون بأنّ حُطام السفن بقاع البحر البارد ستبقى محفوظة بحالة جيدة، وعلى نحو لافِت للنظر.

Proc. R. Soc. B **280, 20131390 (2013)**

FOTOSEARCH/GETTY

الوراثة النفسية

متغيرات مشتركة وراء الاضطرابات النفسية

تُعَدّ مخاطر الإصابة بمرض نفسي وراثيةً بشكل كبير. ويبدو أن عديدًا من المتغيرات الوراثية المعنية مشتركٌ بين الاضطرابات.

وحددت «مجموعة الاضطرابات العابرة» الدولية ـ التابعة لاتحاد الجينومات النفسية ـ متغيرات وراثية مشتركة لدى أكثر من 30 ألف مريض تم تشخيصهم بأحد خمسة اضطرابات نفسية، وقارنوها بآلاف الحالات غير المشخَّصة.

هذه المتغايرات الوراثية مسؤولة عن نسبة 17–29% من مخاطر هذه الأمراض. وهناك تداخل كبير بين الاضطرابات.. فمثلًا، في داء الفصام، 15% من المتغيرات تتداخل مع الاضطراب ثنائي القطبية، و9% منها تتداخل مع الاكتئاب، و3% منها تداخل مع التوحد.

***Nature Genet*. http://dx.doi.org/10.1038/ng.2711 (2013)**

LINDA STANNARD, UCT/SPL

بيولوجيا الأعصاب

حماية العصبونات من مرض باركِنْسُون

هناك إنزيم يضيف مجموعة فوسفات إلى بروتين يدعى ألفا سينوكلين α-synuclein ـ وهو شكل مفسفر يتشابك داخل العصبونات بمرض باركنسُون ـ يستهدف أيضًا البروتين لتدميره.

حقن هلال لاشويل وزملاؤه— بالمعهد الاتحادي السويسري للتكنولوجيا في لوزان—أدمغة الفئران بجينات ألفا سينوكلين وإنزيم PLK2.

عندما زاد الباحثون كميات ألفا سينوكلين المحقونة، فقدت الفئران عصبونات محددة وأظهرت أعراضًا شبيهة بالباركنسن. لكن تم تجنب التأثيرين، وهبطت مستويات ألفا سينوكلين بالعصبونات، عندما زيد أيضًا تعبير جين إنزيم PLK2 بنفس الوقت.

أظهر الباحثون أن إنزيم PLK2 يحمي الخلايا العصبية من سُمِّية ألفا سينوكلين بتوجيه البروتين إلى الالتهام الذاتي، وهي عملية خلوية لإزالة الحطام.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/nmx (2013)**

الأحياء المجهرية

مُمْرِضَات الأمعاء تراقب إشارات غيرها

هناك نوع بكتيري مسبِّب للمرض «يتنصَّت» على غيره من أنواع البكتيريا غير المؤذية عادةً؛ لمساعدتها على النجاة من المضادات الحيوية.

تحت ظروف معينة، تفرز تجمعات بكتيريا الإشريكيّة القولونية التي تعيش في القناة الهضمية «الإندول»، وهو جزيء تأشير يجعلها أكثر تحمُّلًا للمضادات الحيوية.

ورغم أن السالمونيلا التيفيّة (**في الصورة**) مسبِّبة الأمراض بالقناة الهضمية لا يمكنها إنتاج الإندول، إلا أنها لا تزال تستجيب له. وقد أظهر جيمس كولينز وزملاؤه ـ بجامعة بوسطن، ماساتشوستس ـ أنّ السالمونيلا التيفيّة التي تتعرض للإندول، أو لوجود بكتيريا الإشريكية القولونية المنتجة للإندول، تنجو من المضادات الحيوية بشكل أفضل ممّا تفعل بكتيريا مُمْرِضة أخرى في ظروف خالية من الإندول. وفي كلا النوعين، عزَّز الإندول بقوة التعبير عن جينات الاستجابة للإجهاد، المعروفة بمساعدتها للبكتيريا في تَحمُّل العقاقير وهجمات الجهاز المناعي البشري.

يقول الباحثون إنه يمكن لهذه التفاعلات بين الأنواع مساعدة العدوى البكتيرية الضارة على أنْ تتواصل.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/njw (2013)**



اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

سلوك الحيوان

الحيتان تسمع الضوضاء

الأكثر قراءة
على rspb.royalsocietypublishing.org
في شهر يوليو

إنّ محاكاة السونار العسكري يمكن أن تجعل الحيتان الزرقاء تتوقف عن الأكل، وتسبح بعيدًا.

فقد أرفقَ جيريمي جولدبوجن بمنظمة كاسكاديا للأبحاث في أوليمبيا، واشنطن، وبراندون ساوثهول من مؤسسة شركاء ساوثهول لاستشارات البيئة في أبتوس، كاليفورنيا، وزملاؤهما أجهزةَ استشعار لحوالي 17 حوتًا من الحيتان الزرقاء قبالة ساحل جنوب كاليفورنيا. وتَعَقَّبَ الفريقُ الحيوانات قبل إصدار أصوات شبيهة بالسونار أو الضوضاء البيضاء من سفينة أبحاث، وأثناء إصدار هذه الأصوات كذلك، وبعدها. ولُوحِظ أنه لم تستجب الحيتان عند السطح، لكنْ كثيرًا ما أظهرت الحيتان الموجودة في العمق سلوكيات مغايرة، كالسباحة بسرعة أكبر، أو التوقف عن تناول الغذاء.

من جهة أخرى.. يقول الباحثون إن ضوضاء البشر يمكن أن تمنع حيتان تصفية العوالق البحرية من البحث عن الطعام؛ مما يؤثِّر على صحتها.

Proc. R. Soc. B **280, 20130657 (2013)**



NATURE.COM
لقراءة آخر الأبحاث المنشورة في دوريّة «نيتشر»، انظر:
go.nature.com/latestresearch

ثلاثـون يومًا موجـز الأخـبـار

أبحاث

مسار الغبار الفضائي

أعلنت وكالة «ناسا» في 14 أغسطس الماضي عن تعقُّب علماء بالوكالة لسحابة غبار في طبقة الستراتوسفير للغلاف الجوي للأرض؛ انطلقت جرّاء انفجار نيزك في فبراير الماضي فوق مدينة تشيليابينسك في روسيا. وقد وجد باحثون ـ باستخدام بيانات الأقمار الاصطناعية ونماذج الغلاف الجوي ـ أن الغبار الفضائي ـ ويقدَّر وزنه بمئات الأطنان ـ بلغ ارتفاع 40 كيلومترًا في غضون ساعات من وقوع الانفجار. والتفّ الغبار بعدئذ حول نصف الكرة الأرضية الشمالي لعدة أيام، مُشكِّلًا نطاقًا (في الصورة) استمر لمدة 3 أشهر على الأقل. وستُنشر نتائج الدراسة في دوريّة "رسائل الأبحاث الجيوفيزيائية".

أرز معدَّل وراثيًّا

اقتلع متظاهرون حقلاً من "الأرز الذهبي" المعدَّل وراثيًّا في مجمّع إدارة الزراعة الفلبينية بمقاطعة كامارينز سور في 8 أغسطس الماضي، مشيرين إلى وجود مخاوف من تسويقه في المستقبل، ومن الآثار الصحية المحتمَلة نتيجة تسويقه. تمت هندسة هذا المحصول وراثيًّا ليحتوي على صبغة بيتا-كاروتين، التي تساعد على تخفيف نقص فيتامين أ؛ الذي يسبب سوء تغذية، ويؤثر على 1.7 مليون طفل في الفلبين. وقد تعهَّد «المعهد الدولي لبحوث الأرز» غير الهادف إلى الربح ـ الذي كان يساعد على إجراء تجارب السلامة على الأرز ـ بمواصلة تجاربه.

قواعد تسمية الكواكب

أصدر «الاتحاد الفلكي الدولي» في 14 أغسطس الماضي مبادئ توجيهية ـ طال انتظارها ـ للتسمية العامة للكواكب والأقمار. وتطلب المنظمة ـ التي تشرف على تسمية الكواكب، ومقرها باريس - أن تُتَّبَع المبادئ التوجيهية من قِبَل أي مجموعة تجمع الأسماء المرشحة. وهذه المبادئ والقواعد لا تشجِّع على استخدام أسماء الحيوانات الأليفة في عملية التسمية، كما تنهى عن جمع المال. يُذكر أنه في فبراير الماضي قامت شركة «يوينجو» Uwingu ـ وهي شركةٌ اختصاصها التعليم في مجال الفضاء، ومقرها مدينة بولدر بولاية كولورادو ـ بمطالبة الجمهور بالسداد مقابل التصويت على أسماء الكواكب المرشحة، وهذا ما دفع الاتحاد إلى إصدار القواعد (انظر: **496** *Nature*, 407; 2013).

CLIF TAYLOR



السماء المظلمة لنيو مكسيكو تنال التقدير

حَظِيَ بالتقدير موقع من أكثر مواقع علم الفلكيّات القديمة شهرةً في أمريكا الشمالية، نظرًا للجهود الرامية إلى الحفاظ على صفاء سماءه الليلية؛ وذلك من أجل المهتمين بمراقبة السماء في المستقبل. ففي 28 أغسطس الماضي، صُنِّفَت رسميًا "حديقة تشاكو كالتشر التاريخية الوطنية" في ولاية نيو مكسيكو على أنها "حديقة سماء مظلمة" من قِبَل «جمعية السماء المظلمة الدولية»، ومقرها مدينة توسون بولاية أريزونا. تنضم "حديقة تشاكو" إلى أحد عشر موقع آخر تَحُدّ من التلوث الضوئي، وتَحمِي عمليات الأرصاد الفلكية عالية الجودة. كانت المنطقة مركزًا رئيسًا في ثقافات الأسلاف من الهنود الحمر بين عامي 850 و1250 ميلادية تقريبًا، كما يشتهر التل "فاجادا بوتي" (في الصورة) في الحديقة بمنحوتات؛ ربما تكون قد أُستُخدِمت لتسجيل انقلاب الشمس (الصيفي والشتوي)، والاعتدال (الخريفي والربيعي). وتتضمن الملامح الأخرى لعلم الفلكيّات القديمة في الحديقة كتابة بالصور يُعتقد أنها تُصوِّر انفجار مستعرًا أعظم عام 1054 ميلادية؛ الذي شكَّل سديم السرطان.

عدوى دلافين

صار هناك اعتقاد بأنّ تَفَشِّي فيروس معيَّن تسبَّب في جنوح جماعي للشاطئ لدلافين المنقار (*Tursiops truncatus*، في الصورة) بين ولايتي نيويورك، وكارولينا الشمالية. وقد أعلنت «الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي» في 27 أغسطس الماضي أن 333 دولفينًا قد جنحت إلى الشاطئ منذ 1 يوليو الماضي، وأنه من بين 33 حيوانًا تمت دراستهم، أظهر 32 منهم علامات على وجود أجسام مضادة لحصبة الثدييات البحرية؛ العدوى ذات الصلة بمسبِّب المرض الذي يصيب البشر بالحصبة. ويُقدِّر علماء الوكالة أن انتشار الفيروس قد يستمر لعدة أشهر.



DOROTHY EDWARDS, THE VIRGINIAN-PILOT/AP

سياسات

مداهمة الغرير

بدأت عملية قتل وقائي ـ مثيرة للجدل ـ لحيوانات الغرير (Badger) في المملكة المتحدة، حسبما ورد في بعض وسائل الإعلام في 27 أغسطس الماضي. وتهدف هذه الخطوة إلى وقف انتشار مرض السل البقري؛ الذي يمكن لحيوان الغرير *Meles* حمله وإصابة الماشية به. وسيتم السماح للمزارعين بقتل قرابة 5000 غرير في غضون 6

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أسابيع في المقاطعتين الإنجليزيّتين جلوسيسترشاير، وسومرست. وقد أغضبت عملية القتل نشطاء حقوق الحيوان، كما زعم بعض العلماء أنها لن تحدّ من انتشار مرض السل في الأبقار بدرجة كبيرة. وقد ذكرت الحكومة البريطانية في هذا الصدد أن التجارب السابقة لعمليات إعدام ناجحة في بلدان أخرى دعّمت الحملة الحالية (انظر: *Nature* **490**, 317–318; 2012).

حصص الوقود بأمريكا

في قرار طال انتظاره، أعلنت «وكالة حماية البيئة الأمريكية» EPA في 6 أغسطس الماضي عن حصص الوقود الحيوي في البلاد لعام 2013. فالوقود الحيوي ـ وأنواعه القائمة على الإيثانول المستخرَج من الذرة في المقام الأول ـ يجب أن يُمثِّل نسبة 9.74٪ على الأقل من مجموع إمدادات الوقود في الولايات المتحدة هذا العام، محققا ارتفاعًا من 9.23٪ في عام 2012. ومع ذلك.. فقد تم تخفيض نسبة الوقود الحيوي القائم على المواد السليلوزية ـ وأنواعه المصنوعة من الألياف النباتية غير الصالحة للأكل، مثل الخشب ـ إلى 0.004٪ من النسبة المستهدَفة للعام الماضي، وهي 0.006٪، بعدما قضت محكمة اتحادية في يناير الماضي أن الصناعة الناشئة لن تكون قادرة على تلبية مطالب الوكالة.

الماريجوانا.. بالقانون

أوشكت أوروجواي على أن تكون أول دولة في العالم تشرع وتنظم حيازة الماريجوانا على المستوى الوطني، بعد أن وافق مجلس النواب في الدولة على مسودة قانون مثير للجدل يوم 31 يوليو الماضي بأغلبية 50 إلى 46 صوتًا. جدير بالذكر أن القانون الجديد مدعوم من الرئيس خوسيه موخيكا، وتحالُف الجبهة الواسعة. ومن المتوقع أن يصدِّق مجلس الشيوخ على القانون الجديد. وقد أدانت الهيئة الدولية لمراقبة المخدرات ـ التابعة للأمم المتحدة ـ هذه الخطوة، وقالت إن هذا القانون ـ في حالة إقراره ـ ينتهك الاتفاقيات الدولية لمكافحة المخدرات التي وقَّعت عليها أوروجواي.

أحداث

كرة جغرافية قديمة

أكّد رسامو الخرائط العثورَ على أقدم كرة جغرافية معروفة تُصوِّر "العالم الجديد"، وفقًا لدراسة نُشرت في الأسبوع الثالث من شهر أغسطس الماضي (S. Missinne *The Portolan issue* **87**, 8–24; 2013). تُصوِّر الكرة المنقوشة ـ التي بحجم ثمرة الجريب فروت (في الصورة)، والمصنوعة من نصفي بيضة نعامة تم لَصْقهما ـ تفاصيل جغرافية جَمَعَها مستكشفون أوروبيّون أوائل، يذكِّرنا أسلوبها بنمط ليوناردو دا فينشي.



THE PORTOLAN, JOURNAL OF THE WASHINGTON MAP SOCIETY

ويُرجِع التأريخ باستخدام الكربون ـ وباستخدام غيره من التحليلات ـ تاريخَ الكرة إلى عام 1504. وفي الواقع، قد تكون كرة "لينوكس جلوب" النحاسية ـ التي يرجع تاريخها إلى عام 1510، وكانت تُعتبَر الكرة الجغرافية الأقدم التي تُظْهِر "العالَم الجديد" ـ قد تم تصميمها على غرار هذه الكرة؛ التي تم اكتشافها في عام 2012 في معرض للخرائط في لندن.

منشآت

آمـال ذَرِّيَّـة

في 23 أغسطس الماضي، وقع اختيار مجتمع الفيزيائيين في مجال الطاقة العالية في اليابان على موقع، يمكن إنشاء «المُصادِم الخطي الدولي» عليه؛ وهو مُحطِّم ذرات مقترَح، تم تصميمه لإجراء قياسات دقيقة للجسيمات المعروفة. قد يكون الموقع ـ الموجود في جبال كيتاكامي بمنطقة توهوكو ـ مؤهَّلًا للحصول على أموال إعادة الإعمار المُدَّخَرة، بعد أن ضربَ المنطقةَ زلزالٌ وتسونامي في عام 2011. ويأمل باحثون في حثّ حكومة اليابان على تقديم عرض رسمي لإنشاء الجهاز، الذي من المتوقع أن تبلغ تكلفة بنائه ثمانية مليارات من الدولارات.

صفقة تليسكوب

يتلقى التليسكوب الراديوي في جرين بانك بولاية ويست فرجينيا دَفعَة بمبلغ مليون دولار أمريكي من جامعة ويست فرجينيا في مدينة مورجان تاون، وفقًا لاتفاق أُعلن في 23 أغسطس الماضي. وسوف تقوم الجامعة بتوفير الأموال للمنشأة على مدى العامين القادمين؛ في مقابل حصة مخصَّصة من وقت الرصد. وقد تلقَّت «المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم» ـ التي تملك التليسكوب ـ توصيات في العام الماضي بهَجْر مرصد جرين بانك، ومراصد أخرى من مجموعة مراصدها بحلول عام 2017؛ لإفساح الطريق أمام تليسكوبات جديدة (انظر: *Nature* **488**, 440; 2012).

أعمال

تجربة زراعة بالدماغ

للمرة الأولى تم زرع جهاز "تحفيز عميق للدماغ" DBS في شخص، حيث لا يوفر الجهاز نبضات كهربائية فحسب، ولكنه يسجل نشاط المخ أيضًا في الوقت نفسه. وحتى الآن، كان هناك نقص في بيانات توضح كيفية استجابة المخ للتحفيز العميق للدماغ؛ الذي يُستخدم لعلاج الاضطرابات الحركية، مثل مرض باركنسون (الشلل الرعاش)، كما يجري اختباره لبعض الحالات النفسية. وفي 7 أغسطس الماضي، أعلنت الجهة المُصنِّعة للجهاز ـ شركة «مدترونيك» Medtronic، ومقرها مدينة مينيابوليس بولاية مينيسوتا ـ عن بدء التجارب الإكلينيكية لهذا النظام، بعد إتمام عملية الزراعة الأولى في مريض باركنسون في ألمانيا.

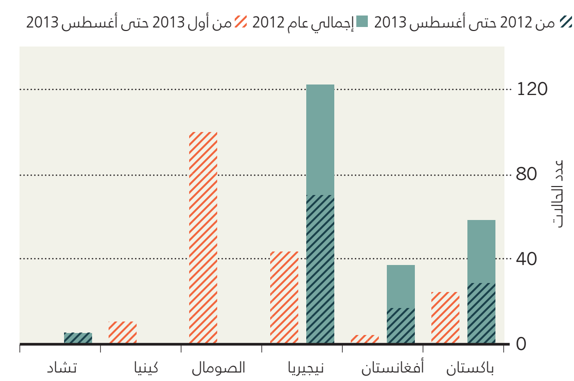
صفقة مضادات حيوية

أعلنت شركة "كيوبيست" Cubist لصناعات الأدوية في 30 يوليو الماضي أنها ستنفق 1.6 مليار دولار لتوسيع خطوط إنتاج المضادات الحيوية، من خلال شراء شركتين، هما: "ترايوس ثيرابيوتيكس" *Trius Therapeutics* بمقرها في سان دييجو بكاليفورنيا، وشركة "أوبتايمر" Optimer للأدوية في مدينة جيرسي بولاية نيوجيرسي. ستمنح الصفقة شركة "كيوبيست" ـ التي يوجد مقرها في ليكستون في ولاية ماساتشوستس ـ عددًا من أدوية المضادات الحيوية التي لا تزال في مراحل مبكرة من التطور، بالإضافة إلى دواء "ديفيسِد" (فيداكسوميسين fidaxomicin) Dificid، الذي تسوقه شركة "أوبتايمر" لعلاج الإسهال المصاحب لبكتيريا *Clostridium difficile*، ودواء "تيديزوليد" tedizolid، المضاد الحيوي الذي أنتجته شركة "ترايوس" لعلاج بكتيريا *Staphylococcus aureus*، وهو حاليًا في مراحله الأخيرة من التجارب الإكلينيكية.

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/news

مراقبة الاتجاهات

تتراجع أعداد حالات شلل الأطفال في نيجيريا، وباكستان، وأفغانستان، وهي البلدان التي يتوطن فيها فيروس شلل الأطفال البري، غير أن حوادث انتشار كبيرة للفيروس حدثت في الصومال وكينيا، وهي جزء من حزام من البلدان الأفريقية التي يميل فيروس شلل الأطفال القادم من الخارج إلى التسبب في نشر العدوى فيها بشكل دوري. تُعدّ التطعيمات في الصومال في حالات الطوارئ بالغة الصعوبة. وقد أعلنت منظمة «أطباء بلا حدود» الطبية الخيرية في 14 أغسطس الماضي أنها ستغلق جميع برامجها هناك، بسبب وقوع هجمات على موظفيها.



SOURCE: WWW.POLIOERADICATION.ORG

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبــار في دائرة الضـوء





SSC

أطلق في عام 2010 القمر الاصطناعي السويدي «بريزما» PRISMA الذي يختبر بديلًا أقل ضررًا من الهيدرازين السام.

علوم الفضاء

انطـلاق الوقــود الأخضــر

وقودا الدفع الجديد يوفِّران للأقمار الاصطناعية كفاءةً أعلى وسُمِّيَّة أقل من الهيدرازين السائل.

ألِكْزَنْدرا فيتزه

يبدو كالنبيذ الأبيض، ورائحته كمنظف الزجاج، وله قوة كافية لتحريك قمر اصطناعي. إنه «وقود دفع أخضر» سويدي الصنع، وبسرعة شديدة يصبح وقودًا فعّالًا في تمكين مركبة من المناورة في المدار. يقدم هذا الوقود ـ بالإضافة إلى وقود دفع أمريكي الصنع ـ بديلًا جذابًا للهيدرازين، المركب الكيميائي السُّمِّيّ المسيطر على هذا الركن من صناعات الفضاء لعقود.

يدفع وقود الدفع السويدي حاليًا قمرًا اصطناعيًّا في الفضاء، وقد يُستخدم في كوكبة من الأقمار الاصطناعية التجارية الصغيرة لتصوير الأرض. وسوف يأخذ الوقودُ الأمريكي موقعَ الصدارة في بعثة اختبار تنطلق في عام 2015 بواسطة «ناسا».

يوفر نوعا الوقود الأخضر كفاءة أعلى وسُميّة أقل، وتناولهما أسهل من الهيدرازين، أي يمكن تحميلهما في المركبة الفضائية بشكل أسرع وأرخص، لأن عمال منصة الإطلاق لن يضطروا لارتداء سترات حماية ثقيلة تغطي الجسم كاملًا. هذا الوقود الدافع «ليس معنى كونه أخضر أنه صديق للبيئة تمامًا، لكنه أسهل كثيرًا في التناول»، حسب قول جيمس روزنر، نائب المدير المعاون لإدارة بعثات تكنولوجيا الفضاء بوكالة «ناسا».

ربما لن يحل الوقود الأخضر محل الهيدرازين تمامًا، حيث يمثل الهيدرازين العمود الفقري لأقمار اصطناعية بحثية كثيرة وبعثات بين الكواكب. ولن يحل أيضًا محل الوقود القوي المستخدم عادةً لإطلاق الصواريخ، لكنّ نوعي الوقود الجديدين، أحدهما يتحمل درجات حرارة أكثر انخفاضًا؛ ستتيح تصميمات أقل تكلفة وأكثر مرونة للبعثات الفضائية.

يُستخدم الهيدرازين (N_2H_4) في تزويد محركات الصواريخ بالطاقة منذ الحرب العالمية الثانية. ومعروف عنه أنه لا يميل إلى الاحتراق كالنفط؛ بل هناك محفز يُستخدم لإطلاق تفكيك الهيدرازين إلى نشادر ونيتروجين وهيدروجين، وهي عملية تطلق الطاقة الكيميائية. يُثمَّن هذا الوقود لكونه سائل مستقرًّا يمكنه أن يوفر دفعًا دقيق التوجيه لتعديلات مداريّة صغيرة. يتسبب الهيدرازين في مشكلات صحية عديدة إذا استُنشِق أو لُمِس. ويصنِّف البرنامجُ القومي الأمريكي لعلم السموم الهيدرازين كمادة مسرطنة مُحتمَلة للبشر. وعندما تفكَّك المكوك الفضائي «كولومبيا» في الجو أثناء عودته في 2003؛ ناثرًا حطامه فوق تكساس، ولويزيانا، وولايات جنوبية أخرى؛ حذرت «ناسا» المواطنين من الاقتراب من الحطام أو لمسه، بسبب مخاطر التعرض للهيدرازين.

في 1995، قام مجلس الفضاء الوطني في السويد بتمويل العمل؛ لاستكشاف بدائل بأداء وكفاءة الهيدرازين على الأقل، لكنها أسهل في التعامل. يقول ماثياس بيرسون رئيس «إيكابس» (ECAPS) ـ شركة قرب ستكهولم، طوَّرت الوقود السويدي الأخضر ـ إنّ وقود دفع أقل ثقلًا من الهيدرازين سيساعد في توفير الوقت والمال عند منصات الإطلاق».

يقوم الوقود السويدي المسمى LMP-103S على الأمونيوم داينِترامِيد، وهو ملح عالي الطاقة. استُخدم هذا الوقود لأول مرة في 2010 على متن «بريزما» (PRISMA)، وهو قمر اصطناعي سويدي، أُطلق لإظهار أداء الوقود ◄

في الطيران دقيق التوجيه بدافعات (محركات) صغيرة. استخدمت البعثة الهيدرازين أيضًا بهدف المقارنة. واستغرق تحميل الوقود الأخضر على منصة الإطلاق 7 أيام باستخدام 3 أشخاص، و14 يومًا لتحميل الهيدرازين بـ5 أشخاص.

تسعى «إيكابس» الآن لموافقة عامة من وكالة الفضاء الأوروبية على وقود الدفع. وتقوم وكالة الفضاء الفرنسية بدراسة الوقود؛ لاستخدامه في خط جديد من الأقمار الاصطناعية الصغيرة، وستبدأ شركة «سكايبوكس» للتصوير بماونتن فيو، كاليفورنيا، في استخدام الوقود عند إطلاق كوكبتها الثالثة المكونة من 24 مركبة لتصوير الأرض في 2015. يقول جوني داير، كبير المهندسين بشركة سكايبوكس: «نؤمن حقًّا بأن هذا سيكون المستقبل، خاصةً بالنسبة إلى المركبات الفضائية الصغيرة».

والوقود الأخضر ليس فقط أسهل تناولًا؛ بل يقدم أيضًا أداءً أفضل لكل كيلوجرام من وقود الدفع، مقارنةً بالهيدرازين (انظر: «الوقود المصمَّم»). وذلك يعني إجراء مناورات أكثر باستخدام خزان وقود واحد. في الحقيقة، ظهر وقود الدفع الأخضر الأمريكي عندما تصادم برنامجان لأبحاث القوات الجوية: أحدهما يدرس جيل تقنيات الدفع القادم، والآخر يدرس المواد كثيفة الطاقة.

كانت النتيجة AF-M315E، سائل بلون سمك السلمون من تخليق توم هوكنز، الكيميائي بمختبر أبحاث القوات الجوية بقاعدة «إدواردز» للقوات الجوية بكاليفورنيا. يقوم الوقود على نترات الأمونيوم هيدروكسيل، وهو أكفأ قليلًا من الوقود السويدي. يقول كريستوفر ماكلين، مدير برنامج بمؤسسة بول للفضاء والتكنولوجيا ببولدر، كولورادو: «ما يثير حماستي هو الجزء الخاص بالأداء».

وتُعِدّ مؤسسة «بول» حاليًا لبعثة ضخ وقود الدفع الأخضر تتبع ناسا، وهي مركبة فضائية تكلفتها 45 مليون دولار، يُتوقع إطلاقها في 2015 حاملة 14 كيلوجرامًا تقريبًا من وقود القوات الجوية. وستحرق محركات المركبة الخمسة في عمليات مختلفة خلال أشهر، اختبارًا لموثوقية ودقة دفع المحركات.

وإذا نجح ذلك؛ فسيتيح وقود الدفع الأخضر للبعثات المستقبلية الباهظة أن تنطلق الآن، حسب ماكلين. ويخضع الوقود الأمريكي لعملية التحول الزجاجي عند 80 درجة مئوية تحت الصفر، ويمكن إعادة تسخينه دون تغير خواصه. وذلك يجعله أنسب من الهيدرازين لبعثات الأماكن فائقة البرودة ـ كسطح مذنب أو كاب قطبي مريخي ـ نظرًا إلى أن الهيدرازين ينبغي حفظه فوق درجة تجمده دائمًا؛ مما يهدر الطاقة.

لن يُزاح الهيدرازين بين ليلة وضحاها. فهناك ميراث طويل من الخزانات والدافعات القائمة حول هذا المُرَكَّب الكيميائي، وقد اعتاد مهندسو المركبات الفضائية استخدام هذه الأجزاء. يقول هوكنز: «إن وقود الدفع الجديد سيكون عليه إظهار إمكاناته التشغيلية وأداءه بمرور الوقت».

ويقول كيل أنفلو، كبير مهندسي «إيكابس»: «إنّ التغيير قادم. نحن فقط في البداية». ■

التغير المناخي

الفيضانات تحفِّز دراسة الجبال

شعوب جبال الهيمالايا تتخذ التدابير، استجابةً للمناخ المتغيِّر وآثاره القاتلة.

جين تشيو

توحي إحدى لقطات للكوارث المرتبطة بالمناخ في جبال الهيمالايا بأنّ سقف العالم يعتريه الاضطراب.

ففي فصل الربيع الماضي، مثلًا، ضرب جفاف شديد غربي نيبال؛ مما أدى إلى إخفاق المحاصيل الزراعية وتفاقم أزمة غذاء خطيرة بالفعل. وفي يونيو، دُمِّرت المنطقة ذاتها بأسوأ فيضانات حدثت خلال 50 عامًا، سبَّبتها أمطار موسمية غزيرة غير معتادة. عاث الطوفان دمارًا بولايات الهند الشمالية، خاصةً «أوتاراخاند»، و«هيماشال براديش»؛ فقتل 5700 شخص على الأقل وسبَّب خسائر تقدَّر بمليارَي دولار.

وبعد عقود من هذه الأحداث المتصلة بالمناخ، اتفقت الدول الثماني الأعضاء بالمركز الدولي لتنمية الجبال المتكاملة (ICIMOD) على أنه قد طفح الكيل. وأطلقت مؤخرًا دراسة تستمر ثلاث سنوات، تهدف إلى تقييم شامل للحالة الراهنة بإقليم هيمالايا الهندوكوش ـ وهي منطقة ضخمة، قوامها أعلى سلسلة جبال في العالم ـ وتقديم توصيات حول كيفية حمايتها وتطويرها.

وبينما يُحْكِم التغير المناخي قبضته، يقول فينود تيواري، الجيولوجي بمعهد واديا لجيولوجيا الهيمالايا في ديهرادُن بالهند: «ستصبح الكوارث أكثر تكرارًا وتزايدًا»، فدرجة حرارة جبال الهيمالايا ترتفع 0.6 درجة كل عِقد، أي ثلاثة أضعاف المتوسط العالمي[1]. وتتزايد سقوط الأمطار 65 مليمترًا كل عقد، وتزداد الأمطار الموسمية غزارة[1]. وتصبح فصول الشتاء أكثر جفافًا (انظر: «كوارث قادمة»).

ونتيجةً للاحترار، تتراجع تكوينات الجليد بجبال الهيمالايا سريعًا. وأصبحت بحيرات الجليد (المنصهر) أكبر وأكثر عددًا، فتغمر المراعي وتهدِّد المجتمعات أسفلها. يقول مهاراج پانديت ـ عالم الإيكولوجيا بجامعة دلهي، نيودلهي ـ إن للتغير المناخي «تأثيره الفادح على المراعي والغابات البينية الشاهقة». وبعض النباتات تنتقل إلى مرتفعات أعلى[2]، وبعضها على وشك الانقراض، وتتزايد الأنواع الغازية. ويضيف: «إذا تواصل الاتجاه نحو الاحترار؛ فسنشهد تغيرات قاسية في المنظومات البيئية مع عواقب مدمرة للتنوع الحيوي ومعيشة المجتمعات الجبلية».

ليست الهند ونيبال المتضررتين الوحيدتين.. فإقليم الهندوكوش سلسلة جبال تمتد 3500 كيلومتر عبر ثماني دول، من أفغانستان إلى مِيانمار. وتوفر هذه الجبال ـ المعروفة بأنها برج مياه آسيا ـ منافع للمنظومات الإيكولوجية وتدعم معيشة أكثر من خُمس سكان العالم.

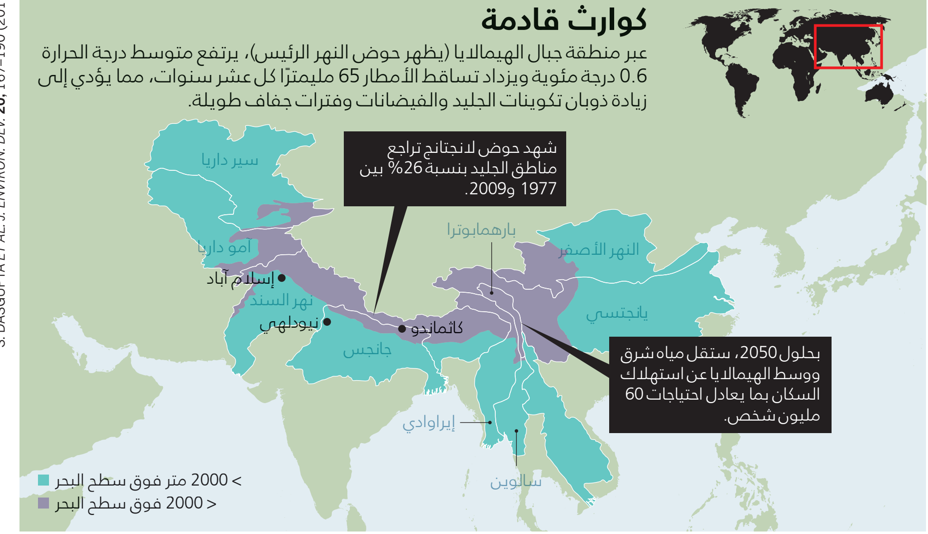
يقول ديفيد مولدن، المدير العام للمركز الدولي لتنمية الجبال المتكاملة: «يتضاعف تأثير التغير المناخي بسبب تحديات أخرى كثيرة تواجه الهيمالايا». فقد شهدت المنطقة في العقود الماضية زيادة سكانية كبيرة، وشُحًّا في مصادر الطاقة، وتلوثًا، وتدهورًا بيئيًّا، وكوارث.. تتحدى جميعها أشكال المعيشة التقليدية. يقول مولدن: «يواجه السكان الآن فقرًا اقتصاديًا مدقعًا، بعد أن كانوا مكتفين ذاتيًّا».

ويضيف مولدن قائلًا إنّ تخفيف وطأة التغير المناخي عامل حاسم في كل هذه التحديات. وهنا يأتي تقييم المركز الدولي لتنمية الجبال المتكاملة، حيث سيراجع الحالة المعرفية الراهنة حول تكوينات الجليد، والتنوع الحيوي، وموارد المياه، والتلوث؛ ويعيِّن اتجاهات التغيرات مناخيًّا وسكانيًّا واستخدامًا للأراضي؛ ويتناول قضايا معينة، كالفقر، وتطوير الطاقة المائية، والكوارث الطبيعية، والأمن الغذائي. وستكون النتائج مجموعةً من التوصيات حول سياسات تخصّ الرعي المستدام، وزيادة التعاون بين الدول، وإزالة الغابات، ومَنْع الفيضانات.

يقول فولكر موسبرُجر، مدير معهد أبحاث سنكنبرج للأبحاث ومتحف التاريخ الطبيعي في فرانكفورت بألمانيا: «إن لجبال الهيمالايا أهمية عالمية». وأكّد أنّ الدراسة المنتظَرة ستساعد في إدارة ثروة المنطقة من الموارد بصورة مستدامة، وتمكين المجتمعات الجبلية من التعامل مع التغير المناخي.

يشيد پانديت بهذا المشروع، باعتباره «مهمًّا، وفي الوقت المناسب»، ويرى أن العبرة بالتنفيذ.. «مهما كانت التوصيات أو القرارات الصادرة، ينبغي أن تصل إلى السلطات المحلية». ■

1. Shrestha, U. B., Gautam, S. & Bawa, K. *PLoS ONE* **7,** e36741 (2012).
2. Telwala, Y., Brook, B. W., Manish, K. & Pandit, M. K. *PLoS ONE* **8,** e57103 (2013).



SOURCE: S. R. BAJRACHARYA *ET AL. CLIMATE CHANGE* (J. BLANCO ED.) (INTECH, 2011); S. DASGUPTA *ET AL. J. ENVIRON. DEV.* **20,** 167–190 (2011)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


JPL-CALTECH/NASA

الأشعة السينية المنبعثة من أقراص المادة الدوامة تشير لسرعة دوران الثقوب السوداء فائقة الضخامة.

الفيزياء الفلكية

تحديــد سرعــة دوران الثقــوب الســوداء

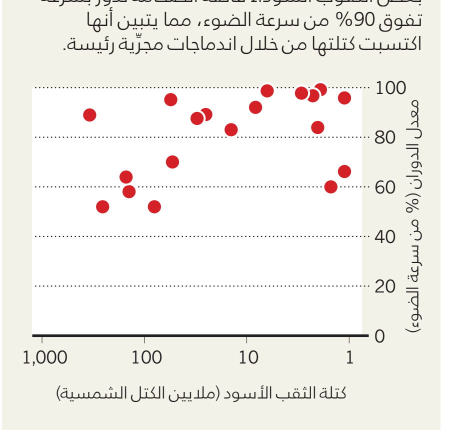
توفر الحسابات سبيلًا لسبر غور التطور المجرّي.

يوجيني صموييل رايش

يمكن وصف الثقوب السوداء وفقًا لِسمتين أساسيتين فقط: الكتلة والدوران الذاتي. فعلى مدى عقود، كان الفلكيون يستطيعون قياس كتل الأجرام بالبحث عن آثار الجاذبية على مدارات النجوم القريبة، لكن قياس الدوران ـ الذي يسجل القوة الدافعة الزاوية للمادة التي تسقط في الثقوب ـ قد أثبت صعوبته، خصوصًا بالنسبة إلى الثقوب السوداء فائقة الضخامة التي تقع بمراكز المجرات.. فلا ضوء ينبعث عند «نقطة اللاعودة» حيث تبلغ جاذبية الثقب الأسود قدرًا يجعل الهروب منه مستحيلًا. لذلك.. يبحث الفلكيون عن بدائل تصدِّر أشعة سينية، مثل أقراص المادة الدوامة التي تغذي بعض الثقوب.

مثل هذه القياسات غير المباشرة للدوران أجريت مؤخرًا لنحو 19 ثقبًا أسود فائقًا، معروفة كتلها جيدًا كذلك (انظر: «الدوران بعيدًا»). في 29 يوليو، ذكر الفلكيون أنهم قد حسبوا دوران ثقب أسود فائق آخر باستخدام تقنية جديدة، ورغم كونها غير مبرهنة، إلا أنها توفر طريقة بديلة لاستهداف تلك الكمية المراوغة. يقول أندرو فيبيان، الفلكي بجامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة: «هناك كثيرون منا يعتقدون أننا حصلنا على صورة متماسكة لدوران الثقب الأسود».

تعود الطريقة التقليدية لقياس الدوران إلى 1995، رغم أن ذلك موضع جدل حتى عهد قريب. وتعتمد الطريقة على الكشف عن الأشعة السينية المنبعثة من الإكليل، وهي هالة كروية من الغاز الساخن المتأين، المتموضعة تحديدًا فوق وأسفل مستوى قرص تعاظم الثقب الأسود. بعض هذه الأشعة السينية يرتد عن القرص، مرتحلًا باتجاه الأرض. وفي هذه الأشعة، يمكن لبعض الفلكيين أن يتبيّن خط الانبعاث المميز للحديد، إذ كلما كان دوران الثقب الأسود أعلى؛ اقترب قرص التعاظم من «نقطة اللاعودة» بالنسبة إلى الثقب الأسود، وتمكنت الجاذبية القوية أن تشوه خط الحديد، وتنشره على نطاق أوسع من طاقات الأشعة السينية.



بدأ الشك يزول عن الطريقة. ففي فبراير، نشر الفلكيون حسابات الدوران (G. Risaliti *et al*. *Nature* **494**, 449–451; 2013) التي تستخدم بيانات من بعثة ناسا «نوستار» NuSTAR، التي أُطلقت السنة الماضية (انظر: *Nature* **483**, 255; 2012). يقول قائد الدراسة جويدو ريساليتي، الفلكي بمركز هارفارد-سميثسونيان للفيزياء الفلكية في كمبريدج، ماساشوسيتس، إن «نوستار» يتيح إمكانية الوصول إلى الأشعة السينية عالية الطاقة، التي سمحت للباحثين بتوضيح تأثير جاذبية الثقب الأسود على خط الحديد. هذه الأشعة أقل عرضةً ـ من الأشعة السينية منخفضة الطاقة ـ للامتصاص بواسطة سحب الغاز الكائنة بين الثقب الأسود والأرض، والتي يتكهن البعض أنها السبب الحقيقي للتشويه.

في أحدث دراسة، حَسَبَ الفلكيون الدورانَ بشكل أكثر مباشرة (C. Done *et al*. *Mon*. *Not*. *R*. *Astron*. *Soc*. http://doi.org/nc2; 2013). ووجدوا ثقبًا أسود يبعد 150 مليون فرسخ فلكي، وكتلته 10 ملايين كتلة شمسية. وباستخدام قمر وكالة الفضاء الأوروبية الاصطناعي XMM-Newton، لم يركز الباحثون على خط الحديد، بل على الأشعة السينية الأبهت منخفضة الطاقة المنبعثة مباشرة من قرص التعاظم. لقد وفّر الشكل الطيفي لهذه الأشعة السينية معلومات غير مباشرة عن درجة الحرارة بالجزء الأعمق من القرص، ودرجة حرارة هذه المادة، تتعلق بدورها بالبعد عن «نقطة اللاعودة» وسرعة دوران الثقب الأسود. وتشير الحسابات إلى أنه في أقصى الحالات تبلغ سرعة دوران الثقب الأسود 86% من سرعة الضوء.

تعتقد قائدة الدراسة، كريس دون، الفلكية بجامعة دورهام، بالمملكة المتحدة، أن نتائجها تلقي شكًّا على قياسات الدوران التي أجريت باستخدام خط الحديد، لأن هذه النتائج ترجح أن سرعة الدوران تتجاوز 90% من سرعة الضوء. تقول دون: «نحن على أقرب حافة مما يمكن عمله. ولدينا طريقتان مختلفتان، ونودّ أن تتوافق نتائجهما». يجادل آخرون بأن اختلافات النتائج قد تعكس تفاوتًا حقيقيًّا فيما بين الثقوب السوداء الفائقة، ويرون أن الدوران يتغير حسب الكتلة، أو عبر الزمن الكوني.

وإذا كان دوران الثقوب السوداء مرتفعًا، مثلما وجد البعض باستخدام طريقة خط الحديد، فيُرَجَّح أن هذه الثقوب السوداء تشكلت من اندماجات نادرة وهائلة بين مجرّات متصادمة، حيث سقطت كميات هائلة من المادة في الثقب الأسود المركزي من اتجاه واحد. وإذا كانت سرعة الدوران أقل ـ كما تشير دون ـ فربما تشكلت الثقوب السوداء من اندماجات صغيرة عديدة، مع كتل بحجم اللُّقَم من المادة تأتي من اتجاهات مختلفة. وبناء على ذلك.. قد يُحيط توزيع دورانات الثقوب السوداء الباحثين علمًا بتاريخ التطور المَجَرّي، خصوصًا إذا تمكَّن الفلكيّون أخيرًا من رسم تغيُّرات الدوران عبر الزمن الكوني بالنظر في الثقوب السوداء الأبعد.

يريد الفلكيّون أن يفهموا ما إذا كانت الدورانات تُشغِّل نفاثات المادة التي تقذفها بعض الثقوب السوداء، أم لا، لكنهم لا يستطيعون تناول هذه الأسئلة طالما بقي الخلاف حول تقنيات قياس الدوران، حسب قول ريساليتي. إنه متفائل بأن أرصادًا أكثر للأشعة السينيّة ستحلّ الجدل القائم. يقول ريساليتي: «إنه طريق طويل، لكن هذه هي البداية». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

النشر

نصف أبحـاث 2011 متاحة للاطلاع مجانًا

تعزيز لدعوة «الوصول المفتوح» إلى مقالات الأبحاث.

ريتشارد فان نوردن

لو بحثتَ في الإنترنت عن أي مقالة بحثية نُشرت في 2011، ستكون فرصتك لتنزيل المقال مجانًا نسبتها 50%. ورد هذا الادعاء في تقرير[1] تم إعداده للمفوضية الأوروبية، يشير إلى أن أوراق البحث المتاحة مجانًا اليوم على الإنترنت أكثر كثيرًا مما يُعتقد. تمثل هذه النتائج ـ المنشورة مؤخرًا ـ أنباء مشجعة لدعاة الوصول المفتوح (الحر) إلى مصادر المعرفة، لكنّها تركت بعض الخبراء مندهشين من ارتفاع أرقام المقالات المتاحة.

شهدت السنوات القليلة الماضية تحركًا متواصلًا نحو إتاحة المقالات البحثية المُموّلة بأموال حكومية للمجال العام، وأفضل تقدير[2,3] لنسبة الأبحاث المتاحة مجانًا يناهز 30%، لكن إريك أرشامبو، مؤسس ورئيس ساينس متريكس Science-Metrix، وهي شركة استشارية بمونتريال، كندا، أجرت التحليل للمفوضية الأوروبية، يرى هذه النسبة أقل من الحقيقية.

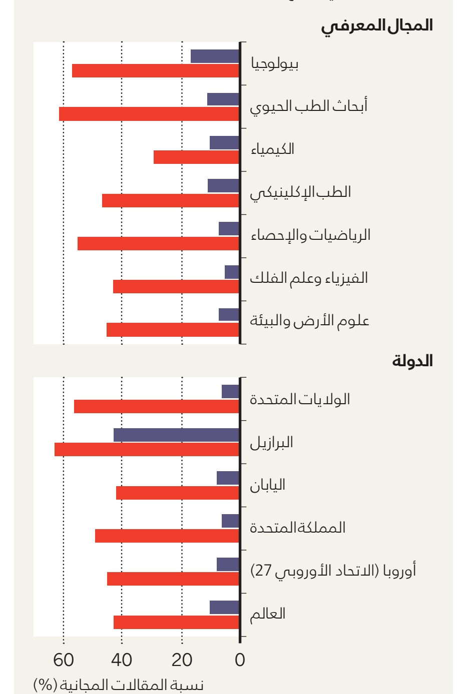
في البداية، طلبت الشركة من فريق بقيادة ستيفان إيرناد، الناشط بمجال الوصول المفتوح، وعالم الإدراك بجامعة كيبيك بمونتريال، اختبار عينة عشوائية من 20 ألف ورقة بحث نشرت في 2008 (من خلال قاعدة بيانات «سكوبُس» Scopus التابعة لشركة النشر إلسِفير Elsevier). واستُخدِم أيضًا برنامج من تصميم ياسين جرجوري، عالم الحاسوب بالجامعة نفسها؛ لإيجاد المقالات المجّانية. وجد الفريق أنّ 32% من المقالات التي حمّلها في ديسمبر 2012 كانت متاحة مجانًا. وعندما فحصت مجموعة أرشامبو 500 من هذه الأوراق يدويًّا، باستخدام «جوجل» ومحركات بحث ومستودعات أخرى، ارتفعت النسبة إلى 48%.

بناءً على هذا الاختبار المبدئي، طبقت ساينس متريكس برنامجها الروبوتي، المسمى «الحصّاد» harvester، على 320 ألف مقال تم تحميلها بين 2004 و2011. يقوم «الحصّاد» بالبحث في مواقع الناشرين الإلكترونية، وأرشيف المؤسسات، ومستودعات الأبحاث، مثل أركسايف arXive وموقع النشر الطبي PubMed Central ، ومواقع التشبيك الأكاديمي، مثل «ريسيرتش جيت» ResearchGate ومحرك البحث «سايتسير^{x}» CiteSeer^{x}.

وجدت المجموعة أنّ ما متوسطه 43% من المقالات التي نشرت بين 2008 و2011 متاحة على الإنترنت مجانًا، مع تفاوت النتائج فيما بين الدول ومجالات المعرفة (انظر: «الحرية أونلاين»). ويُحتمل أن يكون الرقم الحقيقي أكبر، لأن «الحصّاد» لا يلتقط كافة المقالات المتاحة مجانًا. ولدى ضبط النتائج لاحتساب نقصها، زادت نسبة المقالات المجانية من المنشور في 2011 إلى حوالي 50%، حسب قول أرشامبو.

الحرية أونلاين

على الأقل 43% من الأبحاث التي نشرت بين عامي 2008 و2011، متاحة الآن مجاناً أونلاين، لكنْ تتراوح النسبة بحسب الدولة والمجال المعرفي.



*يُحتمل أن تقارب النسبة الحقيقية 50%، لأن برامج الحاسوب الأوتوماتيكية لا تجد كل المقالات المجانية.
†يشمل هذا المقالات المُتاحة مجانًا بدوريات الاشتراكات، وكذلك المقالات المجانية المؤرشفة ذاتيًّا.

SOURCE: SCIENCE-METRIX

يقول بيتر سَبَر، مدير مكتب التواصل العلمي بجامعة هارفارد بكمبريدج، ماساتشوستس، ونصير الوصول المفتوح للأبحاث: هذا التقرير «يؤكد تفاؤلي». يعتقد سَبَر أنّه يعكس خبرات العلماء العاملين اليوم. ويقول: «عندما يصطدم الباحثون بحاجز مالي على الإنترنت، يلجأون إلى موقع جوجل؛ بحثًا عن نسخ مجانية، وأصبحوا يجدونها أكثر فأكثر».

مما يفسر النتائج جزئيًّا ارتفاع عدد الدوريات المفتوحة: فنسبة المقالات التي تنشرها مجانًا ارتفع من 4% في 2004 إلى 12% في 2011، كما وجد التقرير—مما يوافق أرقامًا نشرها السنة الماضية بو-كريستر بيورك، الذي يَدْرُس أنظمة المعلومات بمدرسة هانكن للاقتصاد في هلسنكي.

وقد ازداد عدد النصوص العلمية المُحَكّمة والمتاحة مجاناً بوسائل أخرى أيضًا، حسب التقرير. يشمل ذلك المقالات المُتاحة مجانًا في نهاية المطاف ـ عادةً بعد عام من نشرها، وأحياناً من باب الترويج المؤقت ـ بواسطة ناشرين يطلبون مقابلًا للاشتراك في مطبوعاتهم، ويشمل أيضًا أبحاثًا يؤرشفها أصحابها بمستودعات على الإنترنت ومواقع شخصية. ورغم إتاحة بعض المقالات للقراءة مجانًا، لكنها لا تطابق تعريف الوصول المفتوح، لأنها لا تشمل تفاصيل حول إمكان أن يستخدمها القراء مجددًا مجانًا.

يقول أرشامبو: «لا يحاول التقرير التمييز بين أنواع النصوص، ولا مكان وكيفية نشرها إلكترونيًّا. إنّ الوضع معقد للغاية، بحيث يصعب جدًّا قياسه».

يقول بيورك إنّ أحدث هذه القياسات أجريت كما يبدو بحذر، مع أنّه يضيف أنّ لا تفاصيل لديه عن برنامج تشغيل «الحصّاد» الروبوتي، ولا يستطيع تقييم أسلوبه. ويقول: «ربما يسلم خبراء هذا المجال بأنّ نسبة المُتاح عبر «الوصول المفتوح»، التي قيست خلال عام ونصف بعد النشر، تبلغ حاليًا 30% على الأقل». و«أي نسبة فوق ذلك تعتمد على طرق القياس، وتمثل هذه الدراسة الجديدة أعلى تقدير».

يُسمي هذا التقرير، غير المُحَكّم، نسبة 50% لعام 2011 «نقطة تحول»، مما يعتبره سَبَر تباهيًا بلاغيًا لا تبرير مؤكدًا له. يقول سَبر: «نقطة التحول الحقيقية ليست رقمًا، بل هي أن يعتاد العلماء الوصول المفتوح ».

ويرى إيرناد أنّ الخطوة التالية هي التوصل لقياسات أدق حول متى تتاح المقالات مجانًا. ويقول: «تُعدّ هذه النتائج بالكاد انتصارًا، إذا أتيحت المقالات مجانًا فقط بعد مرور سنة من الحظر». تحقيق دقّة قياس أكبر مسألة مراوغة، لأنّ جوجل تمنع الحصادات الروبوتية روتينيًّا. ويعتقد بضرورة منح البحث في نمو الوصول المفتوح إعفاءات خاصة.

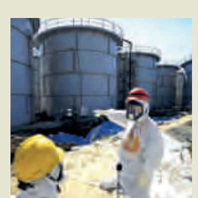
يُرجَّح أن تزيد نسبة المتاح مجانًا من المقالات المنشورة إلكترونيًّا في السنوات القليلة القادمة.

NATURE.COM
للمزيد حول النشر مفتوح الوصول، انظر:
go.nature.com/gdtvaws

المزيد أونلاين

الأخبار الرئيسة

● الكشف عن شدة تسريبات فوكوشيما يطلق دعوات لتدخل الحكومة go.nature.com/yc4rxa



THE YOMIURI SHIMBUN/AP IMAGES

أخبار أخرى

● قاعدة بيانات نبات أرابيدوبسيس تضطر إلى فرض رسوم استخدام go.nature.com/ekoarw
● حشرات المحاصيل تتحرك مع التغير المناخي go.nature.com/pbnvqn
● فك متتابعات السل يرسم خريطة طفرات تسبب مقاومة المضادات الحيوية go.nature.com/2tgwgg

بودكاست «نيتشر»

nature podcast

تدريب الدماغ لدى المُسِنّين/ التوزيع الكمي الأوّلي/ جسيمات فضة نانويّة go.nature.com/nature/podcast

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فبحسب المفوضية الأوروبية، بدءًا من 2014 سيكون الوصول المفتوح ملزمًا لكافّة نتائج الأبحاث المُموَّلة من الاتحاد الأوروبي. وفي فبراير 2013، أعلن البيت الأبيض الأمريكي إتاحة كافة الأبحاث المموَّلة حكوميًّا للاطلاع مجانًا خلال 12 شهرًا من نشرها (انظر; *Nature* **494**, 414–415 2013). وحُدِّد 22 أغسطس الماضي موعدًا أخيرًا لتقدِّم الوكالات الفيدرالية خططها لتحقيق ذلك إلى مكتب سياسات العلوم والتكنولوجيا. ■

1. Archambault, E. *et al. Proportion of Open Access Peer-Reviewed Papers at the European and World Levels — 2004–2011* (Science-Metrix, 2013).
2. Laakso, M. & Björk, B.-C. *BMC Med.* **10,** 124 (2012).
3. Björk, B.-C., Laakso, M., Welling, P. & Paetau, P. *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.* (in the press).

الدوائيات

الهند ترفض براءات اختراع علاجات السرطان

أمة تسعى للحد من تكلفة علاجات الأمراض غير المعدية المرتفعة.

إريكا تشيك هايدن

لقد أمكن مكافحة أوبئة العالم النامي ـ الأمراض المعدية كالملاريا والسل والإيدز ـ بعقاقير رخيصة الثمن. وبينما أصبح الناس في الأمم الأفقر يعيشون أعمارًا أطول، ويتبنون عادات غربية في العيش، أصبحت الأسقام غير المعدية ـ كأمراض القلب والسكري والسرطان ـ هي الفاتك الرئيس، وأصبحت تكاليف علاجها مشكلة شائكة.

في هذا السياق، ربما تكون الهند الآن ترسم خطًّا فاصلًا. ففي الأشهر الثلاثة الماضية، رفض المسؤولون هناك ترخيص وتسجيل براءات اختراع اثنين من علاجات سرطان الثدي، وهو أحدث قرار في سلسلة قرارات تحدّ من ترخيص وتسجيل براءات اختراع أدوية باهظة بأسماء وعلامات تجارية. تعكس هذه التحركات توترًا.. فالهند الآن تفوق الولايات المتحدة من حيث عدد وفيات السرطان السنوية، وترغب في أن تجد سُبُلًا لعلاج المرض بسعر زهيد، لكن هذه الرغبة تتعارض مع أهداف صنّاع العقاقير، الذين يرون الأمم متوسطة الدخل محوريّة لخطط نمو شركاتهم.

كان أول قرارات الرفض في 27 يوليو، حينما قام مجلس فيدرالي هندي للمسؤولين عن التراخيص وتسجيل البراءات بسحب إجازة وتسجيل نسخة معدَّلة قليلًا من دواء سرطان الثدي «لاپاتينيب» lapatinib، الذي تُسوِّقه باسم «تايكيرب» Tykerb شركة «جلاكسو سميث كلاين» للمستحضرات الدوائية، ومقرها لندن. وفي 4 أغسطس، أفادت شركة الأدوية السويسرية «روش» Roche أن مكتب التراخيص بمدينة كلكتا ـ أحد محاور نظام الترخيص والتسجيل القومي الهندي ـ لم يعد يمنح تراخيص لنسخة من عقارها «تراستوزوماب» trastuzumab، ويُسوَّق باسم «هيرسيبتين» Herceptin. سمح المسؤولون الهنود ببراءات أخرى ستحمي الدواءين «تايكيرب» و«هيرسيبتين» من منافسة العقاقير العامة (غير محدودة الملكية، ولها المكوِّن الفعال نفسه، واسم مختلف) حتى 2019، لكن هذه الأحكام ستجعل الشركات تتوقف عن توسيع نطاق حماية براءات الاختراع الخاصة بها بعد ذلك التاريخ، مما يفتح نافذة لصناع الأدوية العامة لدخول الساحة.

«نعتقد أن الإجابة هي جعل أسعار الأدوية رخيصة حقًا»

تردد هذه المعركة صدى معركة أخرى بأواخر التسعينات وأوائل القرن الحالي حول عقاقير لعلاج أمراض معدية كفيروس نقص المناعة البشري. وتم حل ذلك النزاع بشكل كبير عندما سمح صناع الأدوية لشركات الدول النامية بتخليق أدوية عامّة رخيصة. واليوم، يمكن شراء العلاجات المضادة للفيروسات القهقرية بأقل من 100 دولار سنويًّا، مقارنة بأكثر من 10 آلاف دولار سنويًّا في سنة 2000، وفقًا لمنظمة العون الطبي الدولية «أطباء بلا حدود»، بجنيف، سويسرا.

وبالنسبة إلى أدوية الأمراض غير المُعدية ـ خاصة السرطان ـ سيكون التفاوض حولها أصعب كثيرًا. يقول توماس بوليكي، المحامي بمجلس العلاقات الخارجية، نيويورك، الذي خاض معركة توفير أدوية الإيدز بأسعار معقولة في التسعينات: «ليست هناك تسوية سهلة ستظهر بخصوص الأمراض غير المُعدية بالطريقة التي رأيناها حول فيروس الإيدز»،

في الهند، قد يكلف مقرر علاجي بعقار «تراستوزوماب» ثمنه 15 ألف دولار أكثر من عشرة أضعاف متوسط الأجر السنوي. وليست هناك عقاقير قديمة أو منتهية البراءة يمكن أن تُستخدَم كبدائل، فليس بينها عقار يستهدف نوع سرطان الثدي تحديدًا، كما يفعل «تراستوزوماب».

ويمانع صناع الأدوية خفض الأسعار في البلدان متوسطة الدخل، كالهند والصين والبرازيل، التي يُتوقع أن تشهد جزءًا كبيرًا من نمو تلك الصناعة في المستقبل القريب (انظر: «عوائد العقاقير»). ورغم أن قدرة أفريقيا على دفع ثمن أدوية فيروس الإيدز لن ترتفع أبدًا، فبعض الناس بالدول متوسطة الدخل يستطيعون تحمل شراء أدوية باهظة. فصناع الأدوية «لا يرغبون في تآكل سوقهم المتخصصة من خلال أدوية منخفضة التكلفة، حتى لو كانت الغالبية العظمى من المحتاجين إليها لا تستطيع دفع ثمنها»، حسب قول جيمس لف، مدير منظمة إيكولوجيا المعرفة الدولية، منظمة غير حكومية بواشنطن العاصمة، تدافع عن العدالة الاجتماعية في الوصول إلى المعرفة.

طُرِحت أفكار عدة؛ للالتفاف حول المأزق، ليست بينها واحدة بسيطة. ويجادل صناع الأدوية بأنه ينبغي للحكومات في الدول متوسطة الدخل أن توسّع برامج التأمين الصحي. كما يجادلون بأن العقاقير ستصبح أسعارها معقولة أكثر كلما نمت الاقتصادات، وكسب الناس مالًا أكثر. وبخفض دعم الملكية الفكرية، تقوض الهند حوافز تطوير العقاقير والاستثمارات الأجنبية التي تتيح النمو، حسب قول إيمي هارياني، مدير مجلس الأعمال الأمريكي–الهندي ومستشار السياسة التشريعية لعلوم الحياة به، وهو مجموعة تابعة لصناعة الدواء بواشنطن العاصمة. تقول هارياني: «أفضل طريقة لنمو الاقتصاد الهندي هي مكافأة الابتكار».

هناك فكرة أخرى جاءت من منظمة الصحة العالمية، التي حاولت في السنوات الخمس الماضية التوسط في إنجاز معاهدة دولية، تدعم ـ بموجبها ـ الدولُ الأعضاء تطويرَ أدوية منخفضة التكلفة بجوائز وتمويل أبحاث، بدلًا من براءات الاختراع. يقول لف: «نعتقد أن الإجابة هي جعل أسعار الأدوية رخيصة حقًّا، وتوفير التمويل مكافأة للابتكار وليس احتكار الدواء».

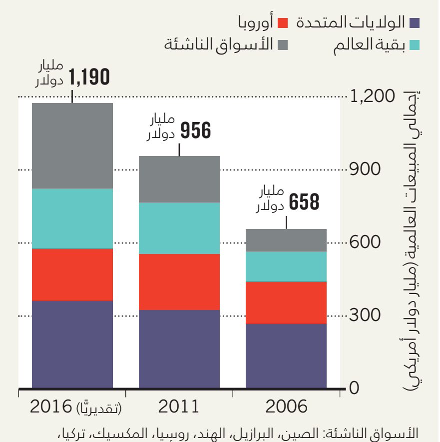
هناك أيضًا ضغط متزايد على شركات الأدوية لاعتماد نماذج تسعير تتيح للناس في البلاد نفسها تحمُّل أسعار مختلفة للأدوية، تبعًا لقدرتهم على الدفع. تقول بعض الشركات ـ من ضمنها «روش» صاحبة عقار تراستوزوماب ـ أنها توفر بالفعل هذا التسعير التفاضلي من خلال برامج وصول خاصة. ولا تزال أرقام «روش» ذاتها تظهر أنها باعت من تراستوزوماب في العام الماضي ما يكفي لعلاج 3,700 مريض بسرطان الثدي في الهند، أي 15% من المرضى المحتاجين إليه.

قد تنتهي المعارك إلى اشتباكات، إذا مضت الهند قُدمًا وسمحت للشركات المحلية بتجاهل براءة اختراع «روش» لتراستوزوماب تمامًا، وتصنيع نسخة رخيصة من العقار، باستخدام «رخصة إلزامية». في السنة الماضية، أصدرت الهند مثل هذه الرخصة لدواء سرطان تسوقه شركة «باير» الألمانية. وفي يناير الماضي، أوصت وزارة الصحة الهندية بتراخيص إلزامية لإنتاج تراستوزوماب، ودواءين آخرين للسرطان.

وكانت إندونيسيا قد أصدرت تراخيص إلزامية لسبعة عقاقير في 2012، وعدَّلت الصين والفلبين قوانينهما لتسهيل إصدار مثل تلك التراخيص. يقول پراشانت ياداڤ، مدير مبادرة أبحاث الرعاية الصحية بجامعة ميتشيجان، آن آربر: «إن هذه الخطوات تنذر بمستقبل مقلق. ربما كانت الهند ساحة المعركة الرئيسة اليوم، لكن الحرب من أجل حرية الوصول إلى أدوية السرطان تبدو على الأرجح أنها ستُدِمي أماكن خارج حدودها أيضًا، ما لم يتم التوصل إلى حل وسط. وهذا يتطلب نوعًا من الدبلوماسية الآن». ■

عوائد العقاقير

بحلول 2016، سيربح صناع الأدوية من الأسواق الناشئة، كالصين والبرازيل والهند، بقدر ما يربحون من بيع منتجاتهم في الولايات المتحدة.

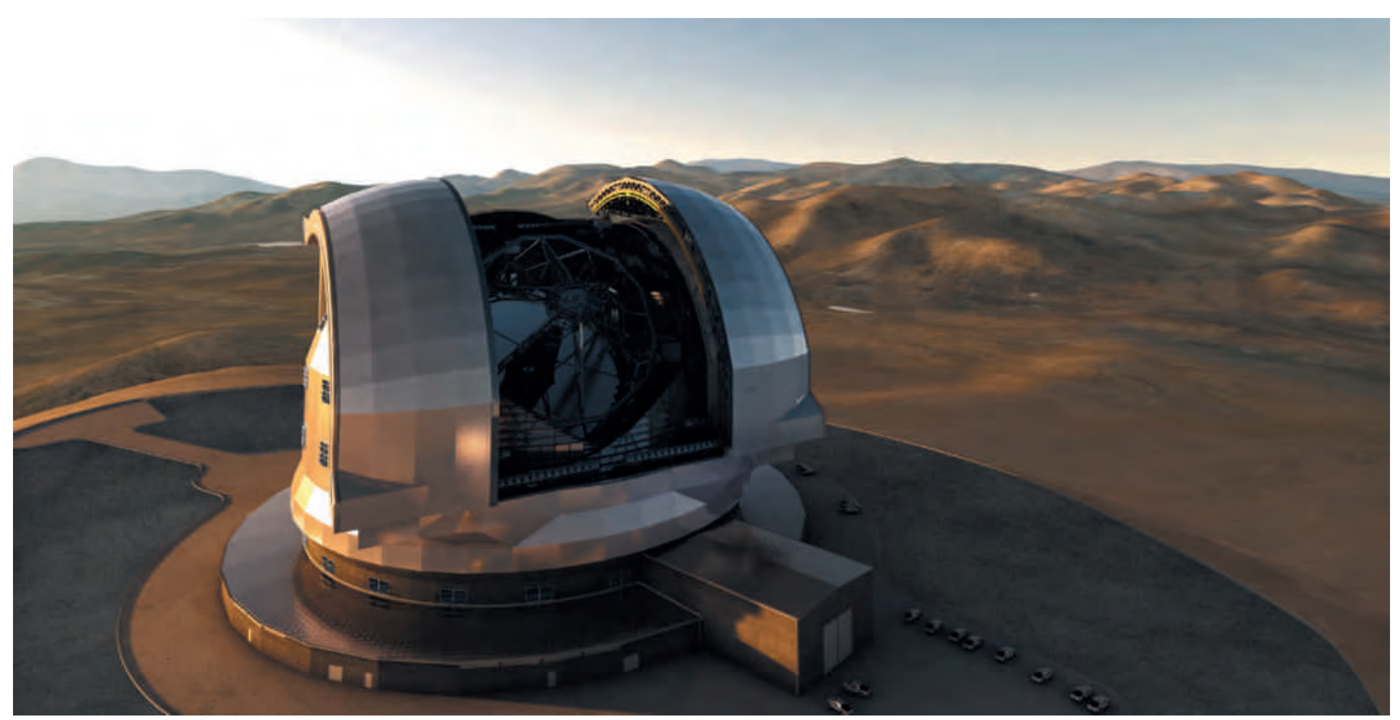


الأسواق الناشئة: الصين، البرازيل، الهند، روسيا، المكسيك، تركيا، بولندا، فنزويلا، الأرجنتين، إندونيسيا، جنوب أفريقيا، تايلاند، رومانيا، مصر، أوكرانيا، باكستان، فيتنام.

SOURCE: IMS INSTITUTE FOR HEALTHCARE INFORMATICS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ESO



سيعاني إنشاء التليسكوب الفائق الكبير بقطر 39 مترًا في تشيلي (الصورة انطباعات فنان) نكسات بدون التمويل البرازيلي.

علم الفلك

البــرازيل تؤجل إقــرار اتفاقية استكشاف النجــوم

ممانعة البرازيل في دفع رسوم الدخول تعطِّل تليسكوب المرصد الجنوبي الأوروبي العملاق.

رافايل جارسيا

في 28 أغسطس، دخل خورخيه ميليينديز غرفة ممتلئة بالصحافيين؛ ليُعلن عن اكتشاف غير عادي: نجم عمره 8.2 مليار سنة، نضبت منه عناصر، مثل الحديد والألومنيوم تمامًا بطريقة نضوبها نفسها من الشمس تقريبًا، وهي إشارة إلى إمكانية استضافة النجم القديم كواكب أرضية. في عصر شُغل فيه العلماء بهاجس العثور على أرض أخرى، وجد ميليينديز شيئًا بذلك القدر من الإثارة تقريبًا: توأمًا شمسيًّا.

والأكثر أهميةً من الاكتشاف هو ظروفه.. فقد عثر ميليينديز ـ عالم الفلك بجامعة سان باولو، البرازيل ـ على النجم باستخدام تليسكوب ممتاز يملكه المرصد الجنوبي الأوربي (ESO). وتلك دلالة على اعتماد متبادَل فعّال عبر الأطلسي، رغم هشاشته.

في 2010، وقَّعت البرازيل اتفاقية مع المرصد الجنوبي الأوروبي لتصبح أول عضو غير أوروبي بالمنظمة. ستتيح رسوم عضوية البرازيل بالمرصد البدء ببناء التليسكوب الفائق الكبير (ELT) بقطر 39 مترًا، وبتكلفة 1.1 مليار يورو (1.5 مليار دولار). وفي المقابل، يستطيع الكادرُ الفلكي البرازيلي الصغير المتنامي الوصولَ إلى تليسكوبات المرصد الجنوبي الأوروبي الموجودة في تشيلي. فقد جاء اكتشاف ميليينديز بعد ليلتين فقط من الرصد بواسطة التليسكوب الكبير جدًّا (VLT)، وهو التليسكوب الرئيس للمرصد الجنوبي الأوربي بصحراء أتاكاما في تشيلي. وقد مُنح ميليينديز 88 ليلة إضافية بتليسكوب لاسيّلا LaSilla الخاص بالمرصد، حيث يبحث عن كواكب تدور حول توائم شمسية. يقول ميليينديز: «قبل توقيع الاتفاقية مع المرصد الجنوبي الأوروبي، كان يستحيل عليّ القيام بذلك».

لقد بدأت علاقة البرازيل بالمرصد تهترئ. فبعد ثلاث سنوات من توقيع الاتفاقية تقريبًا، لم يقرها الكونجرس البرازيلي بعد. قدمت البرازيل دفعات عضوية إسمية بلغت 4 مليون يورو سنويًّا؛ للحفاظ على إمكان وصول الفلكيين ـ مثل ميليينديز ـ إلى تليسكوبات المرصد، لكنها لم تدفع كل رسوم الدخول والمستحقات السنوية التي تقدَّر إجمالًا بحوالي 270 مليون يورو على مدى عقد. يقول مسؤولون بالمرصد الجنوبي الأوربي إن مزيدًا من التأخير سيُفقد البرازيل عقودًا مربحة لبناء التليسكوب الفائق الكبير التي ستُطرح في نهاية هذا العام. ويقول تيم دي زِيوف، مدير المرصد العام بمقره الرئيس في جارشينج، ألمانيا: «كلما تأخَّرت البرازيل أكثر؛ ازدادت مخاطر ضياع فرص مَنْح الشركات البرازيلية عقودًا كبيرة من هذا القبيل».

لا أحد في الحكومة البرازيلية يدفع بالاتفاقية قُدُمًا. فوزير العلوم، سِرجيو ريزنديه ـ الذي وقَّع الاتفاقية ـ ترك مجلس الوزراء بعد التوقيع بأيام، ولم يصنع خليفته شيئًا لها. ولم تُرسَل إلى الكونجرس رسميًّا لإقرارها حتى شهر فبراير الماضي، أي بعد تعيين وزير العلوم الحالي ماركو أنتونيو راؤوب بأكثر من سنة. ولا يُعتبر راؤوب ـ الذي ينصبُّ اهتمامه على الابتكار والعلوم التطبيقية، لا على البحث الأساسي ـ نصيرًا لعضوية البرازيل بالمرصد.

لم يترك ذلك للفلكيين البرازيليين سوى الضغط على أعضاء الكونجرس بأنفسهم، لكنهم ليسوا جميعًا راغبين في عضوية المرصد؛ فبعضهم يراها خطوة باهظة ستجهض جهودًا محلية أكثر تواضعًا لتأسيس علم الفلك البرازيلي.

ويُعَدّ جون ستاينر، عالم الفلك بجامعة سان باولو، أعلاهم صوتًا في معارضة عضوية البرازيل بالمرصد الجنوبي الأوربي. فهو يحاجج بأن الرسوم التي يجب على البرازيل دفعها، وتُقدّر بناءً على الناتج القومي الإجمالي السنوي، تضاهي تلك التي تدفعها إيطاليا والمملكة المتحدة، رغم أن البرازيل لديها فلكيون أقل، وبرامج بحث ناضجة نضجًا كافيًا أقل للمنافسة على أوقات استخدام المرصد. يقول ستاينر: «لا منطق لدينا في تمويل العلم الأوروبي من أموال دافعي الضرائب البرازيليين».

يفضِّل ستاينر أن يستخدم الفلكيون البرازيليون تليسكوبات يمكن تحمُّل نفقاتها، منها التليسكوبان «جِيميني» Gemini في تشيلي وهاواي بقُطْر 8 أمتار، وتُشغّلهما ست دول، منها البرازيل؛ وتليسكوب البحث الفيزيائي الفلكي الجنوبي (SOAR)، بقطر 4.1 م، ويقع في تشيلي، وتملكه البرازيل جزئيًّا. وتليسكوب مرصد بيكو دوس دياز (قمة دياز) البرازيلي، بقطر 1.6 م، قرب مدينة إيتاجوبا.

ويرى مارسِيو مايا ـ الفلكي بالمرصد الوطني في ريو دي جانيرو ـ أنه ينبغي لبلاده أن تكون طموحة. يقول مايا: «إذا أرادت البرازيل البقاء في العصر الحجري لعلم الفلك، يمكننا فعل ذلك بمدينة إيتاجوبا، حيث لا يوجد شيء ليُرى، وأن نحتفظ بحصتنا الضئيلة من مرصد جِيميناي، أو نستخدم مرصد البحث الفيزيائي الفلكي الجنوبي، وهو تليسكوب يفتقد الأجهزة الجديدة. ولا يمكننا أن نتعلم كيفية القيام بأبحاث فلكية متطورة، إلا بدخول المنافسة والقتال لأجلها».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يُقِرّ ستاينر بأن الانضمام إلى لمرصد الجنوبي الأوروبي يمكن أن يجلب بعض الفوائد، لكن يقول إن الرسوم عالية جدًّا في وقت لا يُرجَّح أن تقوم فيه البرازيل بمشروعات باهظة. ففي يوليو، أعلنت الحكومة خفضًا عامًا في الإنفاق الاتحادي الإجمالي يساوي 10 مليار ريال (4.3 مليار دولار). ولا مجال كافيًا في موازنة وزارة العلوم والتكنولوجيا والابتكار لإنفاق أكثر؛ وتقول الوزارة إنّ عليها الالتزام بدفع 12% من تمويلها العام؛ كي تستكمل الاتفاقية المبرمة مع المرصد الجنوبي الأوروبي، إذا لم يُقرّ الكونجرس تمويلًا جديدًا لها. مثل هذا الالتزام لا يُتوقع من راؤوب، الذي أرجع تأخير إقرار الاتفاقية إلى افتقاد الإجماع. يقول جوزيه روبرتو فرِّيرا، المتحدث باسم راؤوب: «يمثِّل الانقسام الحاد فيما بين الفلكيين البرازيليين حقيقة مهمة لا يمكن تجاهلها».

ويبدو أن المعارضين أمثال ستاينر أقليّة، حسب تصويت أجرته الجمعية الفلكية البرازيلية في 2010. ففي مقابلات مع 180 عضوًا من أعضاء الجمعية ـ البالغ عددهم 660 فلكيًّا ـ أيَّد 75% منهم إبرام الاتفاقية مع المنظمة، وامتنع 17% (أكثرهم من علماء الكونيّات النظرية) عن التصويت، وعارض العضوية في المنظمة 8% منهم فقط.

وحتى في وجود تأييد قوي من الفلكيين للاتفاقية، سيكون صعبًا إقناع الكونجرس بإقرار العضوية قبل نهاية عام 2013.

إذا أخفقت البرازيل في إقرار الاتفاقية، يمكن للمرصد الجنوبي الأوروبي أن يزيد تمويله بقبول عضوية دول أخرى. فقد أعربت روسيا وبولندا وكندا وأستراليا جميعًا عن رغبتها في ذلك. يقول دي زِيوف: «هناك دول أخرى تتصل بنا بشكل منتظم»، لكن ستنقضي سنوات قبل وصول أموال من أي عضو جديد. وإذا رغب المرصد الجنوبي الأوروبي في بناء التليسكوب الفائق الكبير، فليس أمامه خيار سوى انتظار البرازيل. ■

الفيزياء

أوروبــا تضــع الليــزر نُصْــب عينيهــا

ثلاث دول بأوروبا الشرقية تستعد لاستضافة مصادر ضوء قوية.

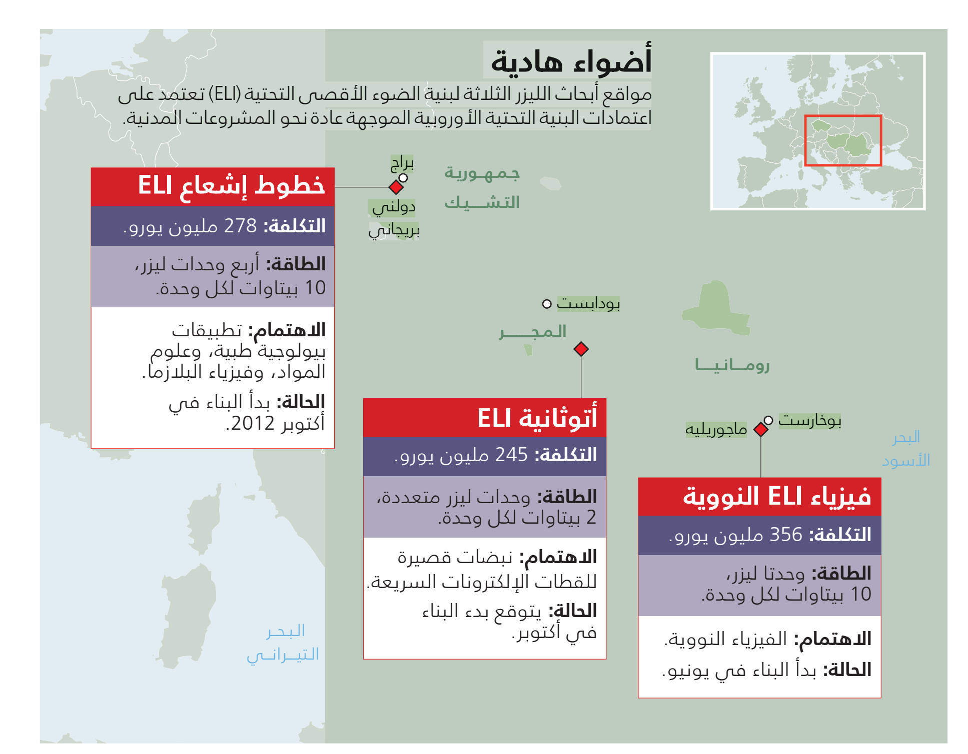
ديفِن باول

وضعت دولة أوروبية كبيرة مؤخرًا مشروعًا لزوج من أجهزة ليزر التيتانيوم–الياقوت الأزرق. وبمخرجات تبلغ قدرتها 10 بيتاوات، سيفوق كل منهما أقوى مصادر الليزر الموجودة اليوم بتسع مرات، بحيث تكون قادرة على تفجير أنوية العناصر الثقيلة.

وبمثل خصوصية الليزر في الفضاء، كانت بلدة ماجوريليه برومانيا ـ التي يبلغ تعداد سكانها 11 ألف نسمة ـ يومًا ما موقعًا لمفاعل أبحاث حقبة سوفيتية. وفي يونيو، حفر العمال الأرض بموقع البناء؛ لإنشاء مركز أبحاث جديد يؤوي توأم الليزر.

لا يمكن لهذه الدولة التي كانت عضوًا سابقًا بالكتلة الشرقية تَحَمُّل تكلفة المشروع، البالغة 365 مليون يورو (475 مليون دولار): فإنفاق رومانيا على البحث والتطوير هو من الأدنى مستوى في أوروبا، لكن يُتوقع من الاتحاد الأوروبي تغطية معظم التكلفة، بينما يخطط لمرفقين بحثيين آخرين بالمجر وجمهورية التشيك. ستشكل المشروعات الثلاثة ـ مع مشروع رابع قيد التخطيط ـ بنية الضوء الأقصى التحتية (ELI)، وهي تجربة لاستخدام اعتمادات الاتحاد الأوروبي الإنشائية في النهوض بالأبحاث.

يقول وولفجانج ساندنر، رئيس الاتحاد الذي أنشأته الدول الثلاث مع إيطاليا لإدارة بنية الضوء الأقصى التحتية: «مع قيام [هذه] البنية التحتية، ندخل عصرًا جديدًا بتجربة رائدة في استخدام الاعتمادات الإنشائية لبنية تحتية للبحث الدولي».



تهدف الاعتمادات الإنشائية ـ التي تشكل أكثر من ثلث ميزانية الاتحاد الأوروبي ـ إلى خفض الفوارق الاقتصادية في أوروبا. وتغطي الاعتمادات عادةً مشروعات محلية، كإصلاح الطرق، وبناء خطوط الكهرباء، أو تنظيف النفايات الصناعية، وليس مشروعات الليزر الفائق. ورغم أن أي دولة عضو يمكنها التقدم بطلب اعتمادات البنية التحتية، يذهب معظم المال إلى الدول الأفقر.

على نقيض ذلك.. تمثل بنية الضوء الأقصى التحتية (ELI) معهدًا بحثيًّا دوليًّا سيشجع الباحثين على إجراء تجارب الليزر عند طاقات وكثافات وسرعات أعلى. ترغب فرنسا والمملكة المتحدة في استضافة المشروع الذي اعتُبِر أولوية بخريطة طريق البحث الأوروبي سنة 2006. وقد وفّرت الاعتمادات الإنشائية لجمهورية التشيك ورومانيا والمجر طريقةً لتغطية تكلفته. فقد هلَّل دعاة استخدام الأموال بهذه الطريقة لإمكانات بنية الضوء الأقصى التحتية لتحفيز النمو الاقتصادي. وتأمل رومانيا في جذب شركات التكنولوجيا، وتكريس ماجوريليه كـ«وادي الليزر»؛ وتخطط المنطقة أيضًا لبناء منشأة ليزر أصغر؛ لتدريب علمائها على المشاركة في بنية الضوء الأقصى التحتية.

والاعتمادات الإنشائية تأتي بقيود.. إذ يجب أن تُنفق الأموال بحلول 2015، والوفاء بذلك الموعد النهائي أمر عسير. استغرقت رومانيا ـ بعد اختيارها لمشروع بنية الضوء الأقصى التحتية في 2009 ـ عامين لتقرر كيفية تحويل الاعتمادات الإنشائية بعيدًا عن المشروعات الأخرى، مما أخَّر بدء البناء. وقدمت المجر اقتراح التمويل الرسمي فقط في مايو الماضي. ولم يتم إقراره حتى الآن.

يقول فلاستيميل روجيتشكا، المدير الإداري للمنشأة التشيكية إن استخدام الاعتمادات الإنشائية لشراء معدات الليزر الراقية أمر يصعب بناؤه قرب العاصمة براج. ويعود ذلك جزئيًّا إلى أن تلك الاعتمادات تذهب نحو مشروعات ومنتجات مدنية بأسعار وقدرات واضحة. وتَطَلَّبَ عدم اليقين الكامل من تطوير ليزرات متطورة مفاوضات مطولة مع المختبرات. يقول روجيتشكا، الذي أمضى تسعة أشهر للتوصل إلى اتفاقية لشراء الليزر من مختبر لورانس ليفرمور الوطني في ليفرمور، كاليفورنيا: «جزاءات عدم التسليم مُضمَّنة في العقود».

طلبت الدول الثلاث من المفوضية الأوروبية الموافقة على نهج مرحلي، يضع بعض أجهزة الليزر قيد نطاق العمل بحلول 2015، والأخرى بحلول 2017. يقول أدريان كوراج، المدير العام لوزارة التعليم والبحث العلمي والشباب ◄

◄ برومانيا إنه واثق من أن ذلك النهج يُكلل بالنجاح. يقول كوراج: «كل شخص يريد قصة نجاح هنا».

ستخصص كل فرع من فروع بنية الضوء الأقصى التحتية في نوع مختلف من علوم الليزر (انظر: «إشارات هادية»). وستستكشف أجهزة الليزر الكثيفة برومانيا الفيزياء النووية، وستعجِّل أجهزة الليزر التشكيكة الجسيمات لإنتاج مصادر الأشعة السينية والضوء فوق البنفسجي المفيدين في استكشاف بنية الجزيئات والمواد الصلبة. وأحد أجهزة الليزر تلك سيطلق نبضات سريعة للغاية لاستثارة إلكترونات في بلازما. وتطلق الإلكترونات تلك الطاقة لتبعث شعاعًا من الأشعة السينية المتماسكة أو شبيهة الليزر.

تستخدم معظم مصادر الأشعة السينية المتماسكة ـ مثل ليزر الأشعة السينية حُر الإلكترونات (XFEL) الأوروبي ،وهو مشروع قيد الإنشاء قرب هامبورج بألمانيا ـ موجات مجهرية (مايكروويف) لتعجيل الإلكترونات عبر مسافة طويلة، حوالي 1.7 كم في حالة الليزر الأوروبي. وعلى نقيض ذلك.. ستوضع تكنولوجيا ليزر الأشعة السينية المدمجة لبنية الضوء الأقصى التحتية (ELI) على منضدة مختبر صغير. يأمل مصمموها أن يشجع عرض هذه التكنولوجيا بنجاح استخدامًا أوسع لمصادر الأشعة السينية ليزرية الأساس. ستكون النبضات التي تصنعها البنية التحتية (ELI) متكاملة مع نبضات الليزر الأوروبي (XFEL) ـ طاقتها أقل، لكنها منتشرة عبر طيف أوسع ـ وستكون مفيدة للمس أنواع مختلفة من الذرات بإحدى المواد تزامنيًّا مثلًا.

وستوضع وحدات ليزر المجر في ثكنة عسكرية سابقة ببلدة سيجيد، وستنتج أشعة سينية أيضًا، لكن الهدف هنا لن يكون جعل النبضات متماسكة، بل جعْلها أقصر ما يمكن، بحيث تبقى النبضة لأقل من واحد من كوادريليون (مليون مليار) من الثانية. عند هذا المقياس الزمني، يمكن للنبضات أن تستثير إلكترونات ذرات الهدف، التي يمكن تعقبها بالأشعة السينية. «في كل مرة تصبح فيها نبضات الليزر أقصر، نصل إلى نظام فيزيائي جديد، ونتعلم أشياء جديدة»، حسب تود ديتماير، مدير مشروع ليزر بيتاوات تكساس بجامعة تكساس في أوستن، والرئيس التنفيذي لـ«ناشيونال إنرجيتيكس»، وهي شركة ليزر، مقرها أوستن، وتخطط لتقديم عطاء لبناء إحدى وحدات الليزر المجرية.

«في كل مرة تصبح فيها نبضات الليزر أقصر، نصل إلى نظام فيزيائي جديد، ونتعلم أشياء جديدة».

ومع ظهور ثلاثي بنية الضوء الأقصى التحتية (ELI) على الساحة، هناك مشروع رابع لها ينتظر دوره: منشأة للفيزياء النسبية، مُعزَّزة بوحدة ليزر أكثر قوة، تصل قدرتها إلى 200 بيتاوات. سيكون هذا الشعاع الجبار قويًّا بما يكفي لتدمير الفراغ؛ مما يتيح للباحثين اختبار الفكرة القائلة بقدرة الفراغ على السلوك، كبلورة وطَيّ الضوء. يمكن للشعاع القوي سبر طبيعة الجسيمات الافتراضية أثناء انبثاقها في الفراغ وتلاشيها منه، والبحث عن الإشعاع الذي يُعتَقَد في انبعاثه من جسم يتسارع عبر الفراغ.

«كيف تُصنع وحدة الليزر تلك؟» ما زال سؤالًا مفتوحًا، وكذلك السؤال عن مكان بنائها وكيفية تغطية ثمنها. قد يذهب الموقع الرابع إلى إحدى الدول المشاركة بالفعل. تمثل روسيا خيارًا آخر، فقد اقترحت بناء وحدة «ليزر فائق» مكونة من 12 وحدة ليزر أصغر. يقول ساندنر: «كانت ـ وما زالت ـ استراتيجية بنية الضوء الأقصى التحتية (ELI) هي اكتساب بعض الخبرة أولًا حول جدوى التقنيات المختلفة لدى الركائز الثلاث القائمة قبل تضييق الخيارات». ■



أغلب النقاش حول قتل حيوانات الأبحاث بطريقة إنسانية يدور حول القوارض.

PASCAL GOETGHELUCK/SPL

أبحاث الحيوان

أفضل طريقة لقتل حيوانات المختبر

باحثون يناقشون أكثر أساليب القتل إنسانيةً.

دانيال كريسّي

إنّ قَتْل حيوانات الأبحاث من أكثر المهام غير السارة في العِلْم، ويتحتم القيام بها بأقصى درجة من الإنسانية. ويتزايد قلق الباحثين الذين يدرسون الرفق بالحيوان والقتل الرحيم من أن التقنيات المستخدمة بشكل واسع ليست الأقل إيلامًا والأقل إجهادًا بين المتاح. وكان خبراء من مختلف أنحاء العالم قد اجتمعوا مؤخرًا في نيوكاسل على نهر التاين بالمملكة المتحدة؛ لمناقشة الأدلة ومحاولة الوصول إلى توافق في الآراء.

تقول بني هوكنز، نائب رئيس قسم حيوانات الأبحاث بالجمعية الملكية لمنع القسوة على الحيوانات، وهي منظمة خيرية مقرها ساوثووتر، بالمملكة المتحدة: «هناك افتراضات كثيرة حول مدى إنسانية التقنيات المختلفة لقتل الحيوانات قتلًا رحيمًا». وتضيف «أحيانًا قد لا يبدو أن الحيوان يعاني، لكنه قد يكون واعيًا ويتألم».

يتركز معظم النقاش على القوارض التي تشكل الغالبية العظمى من حيوانات الأبحاث. وتشمل تقنيات قتلها الراهنة أساليب الاستنشاق ـ كالغرف المملوءة بغاز ثاني أكسيد الكربون أو غازات التخدير ـ والحقن بالباربِتيورات. وتشمل الطرق الجسمانية خلع الفقرة العنقية (كسر الرقبة)، أو قطع الرأس بمقصلة خاصة بالقوارض (انظر: «الطرق المستخدمة لقتل فئران المختبر»).

الإيجابيّات والسلبيّات

الطرق المستخدَمة لقتل فئران المختبر

بعض الطرق التي أوصت بها جمعية الطب البيطري الأمريكية.

حقن الباربيتيورات: سريعة المفعول، ولكن الحقن قد يسبب ألمًا.

استنشاق مخدر (هالوثين، أو أيزوفلورين، أو سيفوفلورين، أو ديسفلورين): طريقة مفيدة عندما يصعب تقييد حركة الحيوان.

ثاني أكسيد الكربون: مقبول، لكن يجب ملء الحجيرة خلال دقائق، لا أن تكون مُعبّأة سلفًا.

التحقق من الموت لاحقًا، أو ضمان ذلك بطريقة جسمانية.

خلع الفقرة العنقية: يسبب موتًا سريعًا، لكنها مهارة ينبغي تعلُّمها.

قطع الرأس: طريقة مفيدة عندما يجب أن تكون الأنسجة خالية من كيمياويات القتل الرحيم.

طرق غير مقبولة: أكسيد النيتروز وحده؛ والخنق بالنيتروجين أو الأرجون (إلا إذا كانت الحيوانات مخدَّرة بالفعل)؛ والمواد الأفيونيّة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يخوض الخبراء نقاشًا حاميًا حول الأسلوب الأفضل. ويُرجَّح أن يدور السؤال الأكثر نقاشًا حول استخدام ثاني أكسيد الكربون.

يقول هيو جوليدج، الذي يَدرُس تخدير حيوانات المختبر بجامعة نيوكاسل، بالمملكة المتحدة: «لا يزال الناس قلقين من ثاني أكسيد الكربون. والمؤكَّد تقريبًا أنه الأسلوب الأكثر والأوسع استخدامًا [لقتل القوارض]». وقد نظّم جوليدج الاجتماع، بدعم المركز الوطني لاستبدال استخدام الحيوانات في الأبحاث وتحسينه وخفضه ومقره لندن. كان هدف الاجتماع تحديث الوثيقة التوافقية لعام 2006، التي أعدها خبراء دوليُّون؛ لإرشاد الباحثين المشتغلين بالحيوانات.

يُستخدم ثاني أكسيد الكربون لإفقاد القوارض الوعي. ومن ثم، تُقتل الحيوانات بفعل اختناقها بالغاز، أو بطريقة أخرى. وتشير دراسات ـ بشكل متزايد ـ إلى أن القوارض عندما تتعرض لغاز ثاني أكسيد الكربون تصاب بالكرب والإجهاد.

تأتي الأدلة على ذلك أساسًا من «دراسات التنفير». إذ تُظْهِر دراسة رئيسة لفريق دانيال وِيري ـ الباحث في رعاية الحيوان بجامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر بكندا ـ أن الجرذان البيضاء (المهقاء) سوف تتحرك بعيدًا عن حجيرة مظلمة مملوءة بثاني أكسيد الكربون إلى حجيرة ساطعة الإضاءة، رغم كرهها للأضواء الساطعة. كما وجدت الدراسة أن ابتعادها عن مادة أيزوفلورين كان أقل احتمالًا، وهي مادة تُستخدَم أيضًا في القتل الرحيم (D. Wong *et al*. *Biol. Lett.* http://doi.org/ncv; 2012).

هناك أدلّة أخرى مناقضة (H. Valentine *et al*. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* **51**, 50–57; 2012)، لكن وِيري ثابت على معتقداته. ويقول: «تشير نتائجنا الخاصة إلى أن ثاني أكسيد الكربون مكروه للغاية».

هناك أيضًا علامات استفهام حول طرق القتل الجسمانية. فقد يكون خلع الفقرة العنقية أفضل طريقة للاستخدام المثالي مع حيوانات معتادة على الإمساك بها، لكنها قد لا تكون عملية لقتل أعداد كبيرة من القوارض.

هناك مسائل أقل يقينًا في حالة النماذج الحيوانية الجديدة التي يسعى العلماء وراءها، فمثلًا.. الزيادة الضخمة في استخدام سمكة الزرد zebrafish وضعتها على جدول أعمال الاجتماع. ورغم التقدم الكبير المُحْرَز مع قوارض المختبر، يقول وِيري: «هناك دراسات أقل بكثير حول رعاية السمك بشكل عام».

وقد تم تحديث الإرشادات واسعة الاستخدام حول قتل الحيوانات الرحيم ـ التي وضعتها جمعية الطب البيطري الأمريكية في شومبرج، إلينوي ـ في أوائل هذا العام، جزئيًّا لمواكبة التغيرات في الحيوانات المستخدمة بالمختبرات، مع توجيه خاص بسمك الزرد كإحدى هذه الإضافات. تقول الجمعية إنها تتوقع أن يستمر توسع الجزء الخاص بحيوانات المختبر في هذه الإرشادات.

تأتي بعض هذه الإرشادات مدعَّمة بأنياب تنظيمية. فقد صرّحت معاهد الصحة القومية الأمريكية التي تمول أبحاثًا طبية حيوية، أنها تتوقع لاحقًا هذا العام «تنفيذًا كاملًا» لإرشادات جمعية الطب البيطري، كما ستُقوِّم المشروعات المعتمَدة سابقًا باستخدام هذه الإرشادات.

تدفع القواعد التنظيمية أيضًا بمزيد من الحيوانات غير المستخدمة اعتياديًّا إلى جدول الأعمال. ويجري حاليا إدراج تشريع جديد بشأن معاملة حيوانات المختبر في قوانين الدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي، يغطِّي الحيوانات رأسيات الأرجل ببعض الدول للمرة الأولى. (انظر: Nature http://doi.org/fk65pb; 2011). ■

LAURIE CAMPBELL/NHPA/PHOTOSHOT

تحقق خراف سوآي أقصى لياقة جنسية عندما تمتلك نسختين مختلفتين من الجين الذي يحدد حجم قرونها.

الوراثة التطورية

قرون الكِبَاش الكبيرة تتعارض مع طول العمر

جينات القرون الصغيرة تخفِّض القدرةَ الجنسية، لكنها تُعَزِّز طولَ العمر.

إيوين كالاويه

«ألفا أحمر 78» هو كبش بقرون كبيرة كأنياب الفيل، أنجب 95 حَمَلًا قبل وفاته في سن كبيرة (بالنسبة لكَبْش) عن عمر يناهز تسع سنوات. وجدت دراسة على أغنام جزيرة إسكتلندية نائية أن جينًا واحدًا يؤدي دورًا في نمو القرون، يفسر أيضًا خصوبةَ وطول عمر هذا الكبش. كذلك تُفسِّر الدراسة كيفية استمرار التغاير في الصفات التي تعزز الإنجاب تعزيزًا كبيرًا.

فالقرون الكبيرة هي تذكرة هذا الكبش نحو تحقيق نجاح إنجابي. فخلال موسم التكاثر، يتقاتل الذكور؛ للوصول إلى الإناث، ويفوز الذين لديهم أكبر القرون. وإذا كانت القرون الكبيرة إحدى السمات الجنسية الثمينة، فينبغي بالتالي أن تنتشر الجينات الكامنة وراء هذه السمة، حسب قول سوزان جونستون، عالِمة البيولوجيا التطورية بجامعة أدنبرة، المملكة المتحدة، وقائدة فريق البحث. وبعض ذكور الخراف له قرون قصيرة، وبعضها لا قرون له بتاتًا. تقول جونستون: «لا يبدو ذلك منطقيًا من منظور تطوُّري».

يمر فريق جونستون وجهه شطر أغنام تعيش في هِرتا، وهي جزيرة تقع على بعد 160 كيلومترًا غرب البرّ الإسكتلندي. تشتهر هذه الحيوانات ـ من سلالة بدائية تسمَّى أغنام سُوَاي *Ovis aries* ـ بضآلة حجمها، وخِفّة حركتها على المنحدرات.

منذ عامين، ذكرت مجموعة جونستون أن جينًا واحدًا، RXFP2، يُفسِّر تغاير قرون الخراف (S. E. Johnston *et al*. *Mol. Ecol.* **20**, 2555–2566; 2011)، حيث ترتبط نسخة من الجين (أليل)، Ho^+، بالقرون الكبيرة؛ ويرتبط أليل آخر، Ho^P، بالقرون الصغيرة.

وفي الدراسة الأخيرة، التي نُشرت بدوريّة «نيتشر»، استطاع فريق جونستون نسب جينات RXFP2 في 1750 كبشًا إلى ثلاثة عوامل: حجم القرون، والنجاح الإنجابي، وطول العمر (S. E. Johnston *et al*. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature12489; 2013). فقد كان الذكور الذين لديهم نسخة واحدة أو نسختين متماثلتين من أليل Ho^+ لهم كذلك أكبر القرون، وأنجبوا ضعف عدد الحملان التي ينجبها الكِبَاش التي تمتلك نسختين من أليل القرون القصيرة، بمتوسط 3 حملان (مقابل 1.6) سنويًّا، حسب قول جونستون. وبخصوص مسألة طول العمر، تقول جونستون إن الكباش ذات النسختين من أليل Ho^P تتمتع بفرصة أكبر تصل إلى 75% للبقاء سنويًّا في شتاء هِرتا القارس، مقارنة بنسبة 61% للكباش بأليلي القرون الطويلة المتماثلين.

وجد العلماء أن الكباش التي تمتلك نسخة لكل من الأليلين (مختلفة اللواقح) لديها أفضل الصفات: قرون كبيرة، وخصوبة مرتفعة، وعمر طويل. وهذا يفسر استمرارية وجود الكباش قصيرة القرون. ويقول هوبي هوكسترا، عالِم الوراثة التطورية بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساشوستس: «إنني معجب بالأناقة البسيطة لهذه القصة».

تقول جونستون من أجل معرفة المزيد، سيحتاج العلماء إلى دراسة الجين في البشر والفئران، حيث ينخرط الجين في النمو الجنسي وكثافة العظام. وتضيف إن الذكور مختلفة اللواقح مثل «ألفا الأحمر 78» لديها في نهاية المطاف ذُرِّيَّة أكثر، لأنها تُعمِّر أطول من نظيراتها متماثلة اللواقح كبيرة القرون، التي تموت في سنّ مبكرة.

تقول جونستون: «ربما لم يكن نجاح الكبش بسبب جماله.. فقد كان كبشًا قبيحًا جدًّا». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



STEWART CAIRNS/NEW YORK TIMES/REDUX/EYEVINE

يمكن لمياه العواصف السطحية الجارية إدخال كميات طمي هائلة لنظام الخزان الذي يغذي صنابير نيويورك.

إدارة المياه

تنبـؤات الطقس.. والوقاية من الطَّمْي

نيويورك تقيم نظامًا رائدًا لحماية مياه الشرب من أحوال الطقس الرديئة.

جيف توليفسون

حينما ضرب إعصار أيرين شرقي الولايات المتحدة بشدة في أغسطس 2011، أرسلت الفيضانات كمية ضخمة من الطمي إلى منظومة مياه الشرب بمدينة نيويورك. واندفعت المياه العكرة أكثر من 100 كيلومتر عبر قناة جر الماء من جبال كاتسكل الى خزان كنسيكو، آخر محطة قبل أن يصل الطمي إلى ملايين من صنابير المياه. ولاحقًا، ولأكثر من ثمانية أشهر، اضطرت المدينة لاستخدام مادة كيميائية مثيرة للجدل بيئيًّا لتخليص المياه من الطمي.

مع زيادة وتيرة وشدة حدوث الطمي، توشك مدينة نيويورك على الشروع في تحديث رائد لمنظومة مياهها. لن يتركز الاهتمام على السدود الجديدة أو مصائد الطمي. وبدءًا من نوفمبر القادم، ستدار خزانات مياه نيويورك ببرنامج حاسوبي معزز الفعالية، يدمج تلقائيًّا تنبؤات الطقس قصيرة الأمد بتنبؤات مناخية موسمية؛ مما يساعد مديري محطات المياه على التعامل مع الفيضانات والجفاف.

سيراقب علماء الهيدرولوجيا ـ فيما وراء نيويورك ـ النظام الجديد عن كثب. ويعتمد برنامج نيويورك على نظام التنبؤ بتدفق مجاري المياه، الذي طوّرته مصلحة الطقس القومية الأمريكية، وتهدف لتطبيقه بجميع أنحاء البلاد في السنوات القادمة. يقول أندرو وود، عالِم الهيدرولوجيا بالمركز القومي لأبحاث الغلاف الجوي في بولدر، كولورادو: «يفتح هذا المشروع الباب لاستخدام كَمِّي أكثر للتوقعات المناخية الموسمية؛ مما سيساعد في اتخاذ قرارات أفضل». وتجرِّب أستراليا الآن نظامًا مماثلًا للتنبؤ، بينما طرح مركز أبحاث المفوضية الأوروبية المشترك أيضًا نظامًا للتنبؤ بالفيضانات.

وسوف تكون نيويورك من أوائل المدن التي تربط تنبؤات الطقس والمناخ بنظام إدارة المياه. وهدفها الآني إدارة جريان مياه العواصف السطحية لاستيفاء معايير جودة المياه دون إضافة بنية تحتية جديدة مكلفة إلى النظام الراهن، وهو شبكة من 19 خزانًا وثلاث بحيرات، تحتوي جميعها على أكثر من تريليوني لتر من المياه. في الظروف المعتادة، يتعامل المديرون مع الإطماء بحجز الماء في خزانات، وتَرْك الطمي يترسب. وفي عدة حالات منذ 2005 ، اضطرت المدينة لترك ماء الطمي ينساب إلى خزان كنسيكو، حيث عولج بكبريتات الألمونيوم، وهي مادة كيميائية تكتل حبيبات الطمي وترسبها. أثارت السلطات الفيدرالية وسلطات الولايات مخاوف من تراكم كبريتات الألمونيوم برواسب الخزانات، ومن آثاره المحتملة على السَّمَك والكائنات المائية.

صُمِّم النظام الجديد ليساعد المدينة على التأقلم مع حوادث الإطماء الرئيسة، التي يتوقع زيادتها باحترار المناخ. بوجود إنذار أفضل بالعواصف الوشيكة، يمكن لمديري المياه تفريغ خزانات معينة استباقيًّا، وتخفيف احتمال الإطماء. ويأخذ البرنامج الحاسوبي التنبؤات الموسمية في الحسبان؛ مما يسمح للمديرين باستنباط مختلف استراتيجيات التقشف المائي لدى توقُّع طقس أكثر جفافًا، مثلًا.

يقول جيم بورتر، رئيس عمليات المياه بدائرة حماية البيئة بالمدينة: «كنا نقوم بهذا بأنفسنا لسنوات، ونحاول موازنة كل ذلك في رؤوسنا. ونأمل أن نستطيع التنبؤ بالمستقبل الأبعد مدى».

NATURE.COM
طالع المزيد في عدد «نيتشر» الخاص حول موارد المياه:
go.nature.com/vrtrdc

إنّ الوَفْر المحتمَل ضخم. فالتعامل مع مشكلة الطمي ببناء نظام جديد لإدخال الماء في خزان واحد، أو زيادة حجم خزان آخر يكلِّف بين 200 و500 مليون دولار. وقد تتجاوز كلفة مرفق ترشيح جديد 10 مليارات دولار. ويشير تحليل سلطات المدينة إلى أن نظام إدارة الخزانات المتكامل يمكنه معالجة المشكلة بكلفة تقارب 8 مليون دولار.

ولكي يحدث ذلك.. تحتاج المدينة أولًا إلى نظام تنبؤ أفضل بتدفق مجاري المياه. فرغم أن مصلحة الطقس القومية تصدر تنبؤات بتدفق مجاري المياه، إلا أنها ظلت حتى الآن تقوم بذلك، أساسًا، بمقارنة الأحوال الراهنة ـ هطل الأمطار، ورطوبة التربة، وكثافة الثلوج، وتدفق مجاري المياه ـ بالمتوسطات التاريخية، ثم تقدّر النتائج استقرائيًّا على أساس ذلك. تفترض هذه المقاربة أن تدفق مجاري المياه سيتطور كما حدث في الماضي تحت ظروف مشابهة، لكنها لا تأخذ في الحسبان الظروف المستقبلية.

يزاوج النظام القادم ـ الذي استغرق تطويره سنوات ـ بين تنبؤات الهُطل الموسمية وقصيرة المدى، ويضيف تلك التنبؤات إلى تنبؤات تدفق مجاري المياه. وللتحقق من صحة النظام، تقارن مصلحة الطقس القومية تنبؤاته بالبيانات التاريخية.

تدفع نيويورك لمصلحة الطقس حوالي مليون دولار؛ لتسريع العملية؛ كي يتاح النظام للاستخدام هذا العام. يقول جون شاكه، هيدرولوجي واستشاري مستقل من بلتيمور، ميريلاند، وساعد في تطوير نظام التنبؤ بتدفق مجاري المياه: «بحوزتنا الآن شيء يصلح للعرض».

وسوف يتاح النظام في 5 مراكز من 12 مركزًا إقليميًّا للتنبؤ بتدفق الأنهار، رغم عدم وضوح متى سيصبح قياسيًّا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على المستوى القومي. وهناك قيود الميزانية.. وينبغي لكل مركز تعديل النظام بما يلائمه. يقول كيفن ويرنر، الهيدرولوجي بمركز تنبؤ حوض نهر كولورادو، بمدينة سولت ليك، يوتا: «هناك اهتمام كبير به، لكن السؤال هو: كيف تضفي طابعًا مؤسسيًّا على ذلك؟».

وليس واضحًا إنْ كان آخرون سيقتفون أثر نيويورك، ويتخذون التنبؤات نهجًا لنظام إدارة الخزانات. يقول دانيال شير، رئيس شركة هايدرولوجيكس بكولومبيا، ميريلاند ـ التي تزود نيويورك بالبرنامج الحاسوبي لإدارة الخزانات ـ «إنّ إظهار أنّ التنبؤات تحسِّن إدارة المياه ينبغي أن يزيل الشكوك. وسيكون هناك اهتمام أوسع كثيرًا بالتنبؤات، إذا استطعنا إظهار نجاحها». ■

الوراثة

اقتفــاء أثــر الجينــات الأفريقيــة

طريقة جديدة تستكمل معطيات البحث الأثري واللغوي بتتبع هجرة البشر المبكرة.

إيريكا تشيك هايدن

غادر البشر الأوائل أفريقيا منذ حوالي 200 ألف سنة، منتشرين؛ للاستيطان في باقي أنحاء العالم. وتلك الرحلة لم تكن بلا عودة: فقد عاد بعضهم مرة أخرى. يقول العلماء إنهم تتبعوا هجرة عكسية حملت، في خطوتين، جينات من باقي العالم إلى جنوب أفريقيا، قبل قدوم الاستعمار الأوروبي بزمن طويل.

هذه النتائج جزء من فورة أبحاث، أتاحتها أدوات أفضل لمسح الجينومات الأفريقية. ولأول مرة، يستطيع علماء الوراثة السكانية الآن دراسة التاريخ المركب للهجرة البشرية في أفريقيا بفعالية، وهو مجال سيطر عليه طويلًا تحليل العظام والمصنوعات اليدوية واللغويات.

تقول كارينا شليبوش، الباحثة بمجال الجينات بجامعة أوبسالا، السويد: «حتى الآن، كانت هذه الأبحاث تُجرَى غالبًا بالاعتماد على اللغويات والأكيولوجيا. والآن نستطيع استخدام الوراثة لاختبار الأفكار. إنه حقًّا وقت مثير بالنسبة إلى أبحاث الوراثة الأفريقية».

كانت الإشارات الجينية لحدوث الهجرة العكسية قد التُقطت سابقًا. فخلال العقد الماضي، أصبح الدليل متحققًا على عودة البشر إلى أفريقيا بعد «الخروج من أفريقيا» الأصلي. ومؤخرًا، أشارت بيانات الحمض النووي إلى أن مجموعة صغيرة من الأفريقيين الشرقيين هاجرت إلى جنوب أفريقيا، فاختلطت بالصيادين وجامعي الثمار الذين عاشوا هناك منذ حوالي 2000 سنة.

يربط تحليل جديد بين هاتين الهجرتين. ففي دراسة نُشرت إلكترونيًّا على موقع arXiv في 30 يوليو، أورد علماء الوراثة السكانية بكلية طب جامعة هارفارد ببوسطن، ماساتشوستس، أنهم استخدموا طريقة لاقتفاء آثار تلك الهجرة ذات الخطوتين في الحمض النووي لمجموعات «كهو–سان» khoe-San العرقية الصغيرة بجنوب أفريقيا. (J. K. Pickrell *et al.* *Preprint at* http:// arxiv.org/abs/1307.8014; 2013).

فحص الباحثون أكثر من نصف مليون موقع للتغاير الجيني بجينومات نحو ألف شخص، منهم حوالي 200 أفريقي جنوبي يمثلون 22 جماعة أفريقية. بالنسبة إلى كهو–سان، بحث الفريق عن مناطق بالحمض النووي، حيث يبدو أن أولئك الأفراد ورثوا كروموسومًا من مجموعة عرقية أخرى بزمنٍ ما في الماضي.

تحتوى مناطق الحمض النووي هذه على كتل لمتغايرات جينية مرتبطة ببعضها في أنماط تشبه أنماطًا لدى مجموعات أخرى غير الكهو–سان. تلك الكتل أقصر وأكثر انتشارًا لدى الكهو–سان منها لدى المصدر المفترَض، بسبب أن التوليف الجيني الذي يحدث بكل جيل قد جَزّأ ذلك الكروموسوم الوافد بمرور الوقت.

الخروج من أفريقيا، والعودة إليها

اقتفى علماء الوراثة آثار حدثين مختلطين في جينات شعب الكهو–سان، مما يشير إلى حدوث هجرة عكسية ذات خطوتين.

أفريقيا
منذ 3000 سنة
منذ 200 ألف سنة
منذ 900-1800 سنة
منطقة وجود الكهو–سان الراهنة
هجرة إلى خارج أفريقيا
هجرة عكسية

وبقياس نطاق التجزؤ، يستطيع الباحثون تقدير عدد الأجيال التي مرت منذ دخول ذلك الكروموسوم إلى جينومات الكهو–سان. رأى الباحثون علامات تعكس موجتي هجرة: إحداهما منذ نحو 3000 سنة، وهي هجرة غير أفريقيين دخلوا شرق أفريقيا؛ والأخرى منذ 900–1800 سنة، حيث هاجر أفريقيون شرقيون إلى جنوب أفريقيا، حاملين جينات غير أفريقية. (انظر: «الخروج من أفريقيا، والعودة إليها»).

وبسبب هذه الهجرة ذات الخطوتين، بعض مجموعات الكهو–سان، التي كان يُعتقد سابقًا بانعزالها جينيًّا، تحمل فعليًّا نحو 1– 5% من الحمض النووي غير الأفريقي، كما أورد باحثون بقيادة ديفيد رايش، وزميل ما بعد الدكتوراة، جوزيف بيكريل.

استطاع علماء الوراثة بالفعل اكتشاف أمثلة سابقة من «الامتزاج» أو التهجين، لكنها كانت أول مرة يكتشفون فيها امتزاجًا متعددًا في المحتوى الجيني لمجموعة واحدة. يقول لوكا باجاني، عالِم الوراثة بمعهد ويلكوم تراست سانجر قرب كمبريدج، المملكة المتحدة، الذي درس الهجرة العكسية إلى إثيوبيا: «أهم نتيجة هي أن هذه الهجرة من الشرق إلى الجنوب كانت تحمل أيضًا جينات غير أفريقية». تقول سارة تيشكوف، عالمة الأنثروبولوجيا الوراثية بجامعة بنسلفانيا بفيلادفيا: «إن النتائج منطقية في ضوء الأبحاث الأركيولوجية واللغوية السابقة.. فعلى سبيل المثال.. الأفريقيون الجنوبيون الناطقون بلغات كهو-كوادي ـ عائلة لغات تعود أصولها إلى الأفريقيين الشرقيين الذين جلبوا تقنيات الرعي إلى الجنوب ـ يحملون أعلى قدر من الجينات غير الأفريقية، بحسب الدراسة الجديدة. كذلك، هناك عظام ماشية وأغنام وفخاريّات، عمرها 2000 سنة ـ وهي السمة المميِّزة للثقافات الرعوية لشرق أفريقيا ـ وُجِدت عبر جنوب أفريقيا. تقول تيشكوف: «ربما أمكن تطبيق تلك الطريقة في حالات أخرى لا تتوافر فيها أدلة أكيولوجية جيدة».

إنّ النتائج تثير أسئلة حول هوية الأفريقيين الشرقيين الذين قابلوا غير الأفريقيين، وهوية غير الأفريقيين أنفسهم. جينات الكهو–سان غير الأفريقية تشبه بشكل كبير جينات الأوروبيين الجنوبيين الحاليين، لكن يرجِّح الباحثون أن حاملي تلك الجينات آنذاك قد عبروا إلى أفريقيا من الشرق الأوسط، أو شبه الجزيرة العربية.

رقاقة متطورة

يُبرز البحث استخدام طرق محسَّنة ومجموعات بيانات ثرية لاستكشاف التاريخ الوراثي المركب لأفريقيا. وتشير الدراسات إلى أن أفريقيا أكثر القارات تنوعًا وراثيًّا، وأن سلالات شعب كهو–سان الوراثية هي الأقدم. ويُعتقَد أنهم انحدروا من أوائل البشر، انفصالًا عن البشر المُحْدَثِين الآخرين، الذين بدأوا الارتحال من أفريقيا.

ورغم أهمية المنطقة الهائلة في التاريخ البشري، لم يتوافر قدر كبير من البيانات حول الجماعات البشرية من جميع أنحاء أفريقيا سوى في السنة الماضية. ولم يتم فك تتابعات الجينوم سابقًا إلا لقليل من بين 2000 مجموعة إثنية أفريقية، وسبب ذلك أن جَمْع عينات الحمض النووي من الجماعات الأفريقية البعيدة يمثل تحديًا أخلاقيًّا ولوجستيًّا، وأن معظم تمويل الأبحاث الوراثية يذهب إلى التطبيقات الطبية، لا الأنثروبولوجية.

وما يضاعف تعقيد المسألة أن أنساق الحمض النووي المجهرية المصمَّمة لمسح التنوع الجيني البشرى كانت مصاغَة أصلًا لدراسة التغاير في الجينومات الأوروبية والأورو–أمريكية، ولم تلتقط التغاير في الجينومات الأفريقية. تغيَّر ذلك في 2011 عندما تعاون رايش وعلماء وراثة آخرون مع شركة أفّيمتريكس Affymetrix، بسانتا كلارا، كاليفورنيا، على تصميم رقاقة جينية ـ بعنوان نسق الأصول البشرية ـ تستهدف مواقع التغاير الجيني في عيِّنات أكثر تنوعًا. استخدم رايش وبيكريل تلك الرقاقة في تحليلهما، كما استخدمتها أبحاثٌ أخرى لمسح التنوع الأفريقي.

يقول باجاني إنّ هذا يمثل تغيرًا كبيرًا. «فحتى وقت قريب، كنا نطبق أدوات مصمَّمة تحديدًا لغير الأفريقيين؛ لدراسة جينات الأفريقيين». ■

NATURE.COM
للمزيد حول الهجرة من أفريقيا، انظر:
go.nature.com/sctdex

هندسة البويضات

في إبداع تقني رائع، استطاع باحثون يابانيون تخليق بويضات وحيوانات منوية في المختبر. وينبغي الآن أن يقرِّر العلماءُ كيفية استخدام تلك الخلايا بطريقة آمنة وأخلاقيّة.

ديفيد سيرانوسكى

منذ أكتوبر 2012، استقبل خبير البيولوجيا الجزيئية كاتسوهيكو هاياشي أكثر من 10 رسائل إلكترونية من أزواج، معظمهم في منتصف العمر، في أمسّ الحاجة إلى شيء واحد: طفل. وعرضت امرأة من إنجلترا في سِن اليأس المجيء إلى مختبره بجامعة كيوتو باليابان، بأمل أن يساعدها في أن تحمل بطفل. وكتبت تقول: «تلك هي رغبتي الوحيدة».

بدأت الطلبات تَفِد إلى هاياشي، بعد أن نشر نتائج تجربة، يُفترض أن لها أهمية خاصة لعلماء البيولوجيا التطوريّة (التكوينيّة)[1]. فمن خلايا جلد الفئران بالمختبر، قام هاياشي بتخليق خلايا جرثومية أولية، يمكنها أن تتطور إلى حيوانات منوية وبويضات. ولإثبات أن هذه النُسَخ من الخلايا المخلَّقة مخبريًّا تماثل فعلًا الخلايا الجرثومية الأوّليّة الطبيعية، استخدمها الباحث في تخليق بويضات، ثم استخدم تلك البويضات لتخليق فئران حية. وبينما اعتبر هاياشي ولادة الفئران «تأثيرًا جانبيًّا» للبحث الأصلي، تجاوزت تجربة منضدة المختبر ذلك بكثير، لأنها عزَّزت إمكانية تخليق بويضات قابلة للإخصاب من الخلايا الجلدية للنساء العقيمات. كما طرح البحث إمكانية استخدام خلايا جلد الرجل لتخليق بويضات، أو تخليق حيوانات منوية من خلايا النساء. (في الواقع، بعد نشر هذا البحث، أرسل محرر مجلة معنية بشؤون المِثليِّين والمِثليّات إلى هاياشي طلبًا لمعلومات أكثر).

ورغم طبيعة البحث الابتكارية، فاجأ الاهتمام العام به هاياشي وأستاذه ميتينوري سايتو. وقضى الباحثان أكثر من عقد في تجميع أدق تفاصيل عملية إنتاج أمشاج الثدييات، وإعادة تخليق العملية مخبريًّا؛ لأجل العِلْم وليس الطب. تتيح طريقتهما الآن للباحثين تخليق خلايا جرثومية أوّليّة غير محدودة، كان يصعب الحصول عليها سابقًا. وهذا الإمداد المنتظم من الخلايا النادرة ساعد في دفع دراسة تكاثر الثدييات، لكن في أثناء مسارهما نحو الانتقال الصعب علميًّا من الفئران إلى القرود، ثم إلى البشر، يضعان مسار مستقبل أبحاث علاج العقم، وربما تجارب أكثر جرأة في مجال التكاثر. وقد بدأ العلماء والعامة للتَّوِّ في التعامل مع المسائل الاخلاقية المتصلة بالموضوع.

يقول أماندر كلارك، خبير الخصوبة بجامعة كاليفورنيا، بلوس أنجيليس: «لا حاجة إلى القول إنهما حقّقا تحولًا للمجال في عالَم الفئران». و«الآن، لتجنُّب عرقلة تلك التقنية قبل أَخْذها فرصة إظهار فوائدها، ينبغي لنا التحاور حول أخلاقيات تصنيع أمشاج بهذه الطريقة».

عَوْد على بدء

في الفئران، تظهر الخلايا الجرثومية بعد الأسبوع الأول من تكون الجنين، كمجموعة من حوالي 40 خلية جرثومية أوّلية[2]. تكوِّن هذه المجموعة الصغيرة في النهاية عشرات آلاف البويضات لدى الأنثى الوليدة، أو ملايين الحيوانات المنوية التي ينتجها الذكر يوميًّا، وتمرر التراث الجيني الكامل للفأر. لقد أراد سايتو فهم الإشارات [الجزيئية] التي توجه نمو وتكوين هذه الخلايا.

خلال العقد الماضي، تمكَّن سايتو ـ بمشقة ـ من اكتشاف عدة جينات، منها *Stella, Blimp1, Prdm14*، التي لدى التعبير عنها بمزيج معين وتوقيت معين، تؤدي دورًا حاسمًا في تكوين وتطور الخلايا الجرثومية الأولية[3-5]. وباستخدام هذه الجينات كعلامات، استطاع سايتو انتقاء الخلايا الجرثومية الأولية من بين خلايا أخرى، ودراسة ما يحدث لها. في 2009، من خلال تجارب أجريت بمركز رايكن RIKEN للبيولوجيا التكوينية في كوبيه باليابان، وجد سايتو أنه تحت ظروف استزراع سليمة للخلايا، فإن إضافة مكون واحد فقط، بروتين تَخَلُّق العظام–4 (Bmp4)، في توقيت محدد يكفي لتحويل الخلايا الجنينية إلى خلايا جرثومية أولية[2]. ولاختبار صحة هذه النتائج، أضاف سايتو تركيزات عالية من بروتين تَخَلُّق العظام–4 للخلايا الجنينية، وكانت النتيجة أنها تحولت جميعًا إلى خلايا جرثومية أولية[2]. وقد توقع سايتو وعلماء آخرون أن تكون العملية أكثر تعقيدًا.

NATURE.COM
لمطالعة المزيد حول تخليق البويضات من الخلايا الجذعية، انظر:
go.nature.com/xuyljd

كانت طريقة سايتو ـ وهي محاكاة شديدة الدقة للعملية الطبيعية ـ على نقيض ما كان يفعله آخرون، حسب قول جاكوب حنا، خبير الخلايا الجذعية بمعهد وايزمن للعلوم في رحوفوت بإسرائيل. ويحاول علماء كثيرون تخليق أنواع خلايا معينة مخبريًّا، وذلك بإمطار الخلايا الجذعية بجزيئات إشارية، ثم انتقاء الخلايا المرغوبة من خليط الخلايا الناضجة الناتج، لكنْ لم تكن واضحةً أبدًا العملية التى تتكون بها هذه الخلايا ولا مدى تطابقها مع النُّسَخ الطبيعية. لذلك.. فإن جهود سايتو للوقوف على الضروري لتخليق الخلايا الجرثومية والتخلص من الإشارات الجزيئية الزائدة وتحديد التوقيت الدقيق لعمل مختلف الجزيئات أثارت إعجاب زملائه الباحثين. يقول حنا: «هناك رسالة خفية رائعة في تلك النتائج، هي أن تحقيق تمايز الخلايا [مخبريًّا] ليس سهلا أبدًا». أمّا هاري مور، خبير الخلايا الجذعية بجامعة شيفيلد بالمملكة المتحدة، فيَعتبِر الخلاصة الحذرة لتطوير الخلية الجرثومية «انتصارًا».

حتى 2009، كانت نقطة بداية تجارب سايتو خلايا مأخوذة من الأديم الخارجي الظاهري لفئران حية (مجموعة خلايا جنينية فنجانية الشكل تبطن طرف الجنين وتتشكل بنهاية الأسبوع الأول من تكوين الجنين، قبل ظهور الخلايا الجرثومية الأولية مباشرة). وللتحكم الحقيقي في تلك العملية، أراد سايتو البدء بخلايا مزروعة ومتاحة بسهولة.

كان هذا هو مشروع هاياشي، الذي عاد من جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة إلى اليابان في 2009 بعد أن أنهى ـ مثل سايتو قبله ـ مهمة علمية مدتها 4 سنوات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

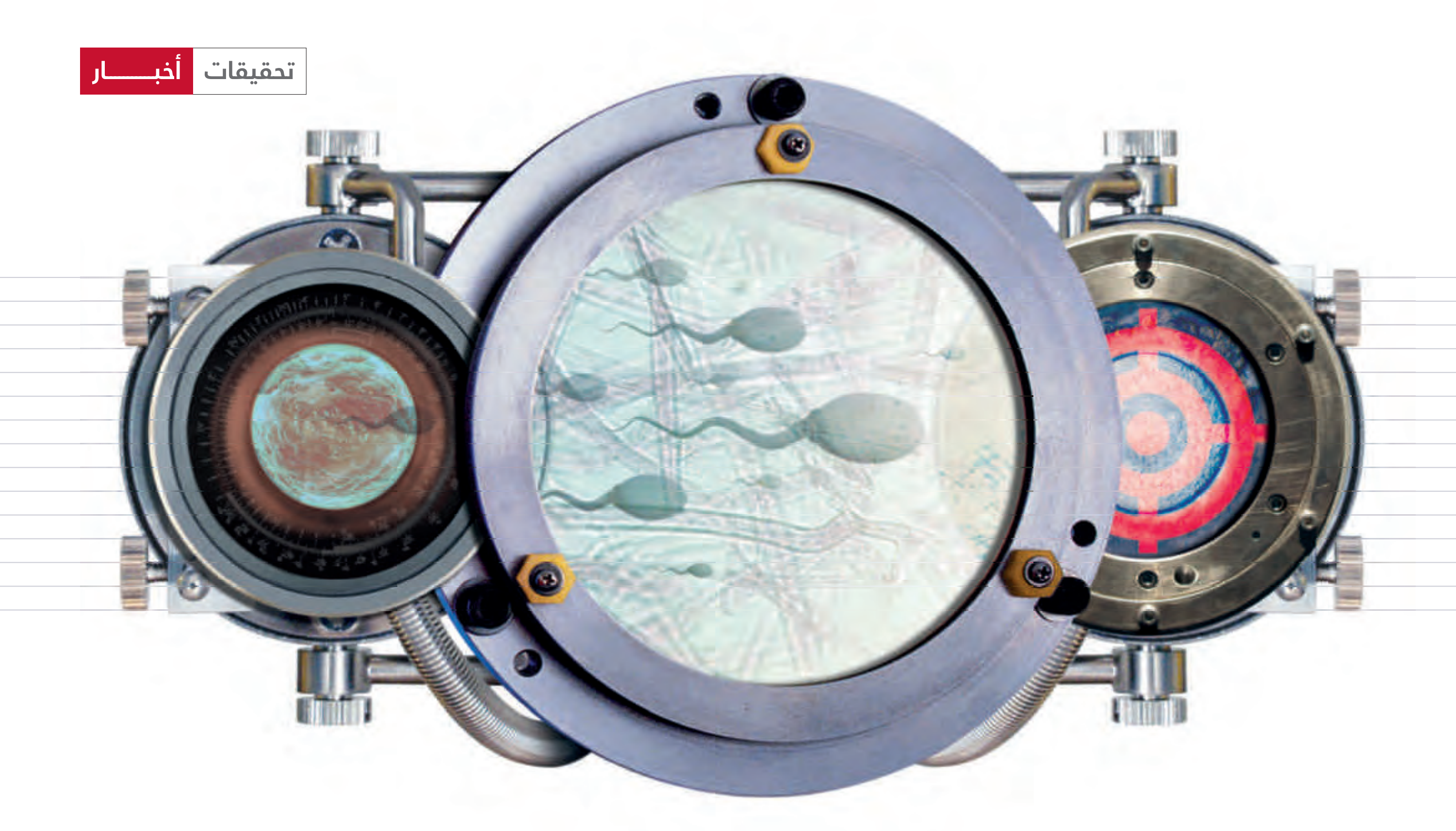


ILLUSTRATION BY VIKTOR KOEN

بمختبر أحد رواد المجال، هو عظيم سوراني. يثمِّن سوراني هذين الباحثين، ويرى أنهما «يكملان بعضهما من حيث المزاج الشخصي، وأيضًا في أسلوب ومقاربة حل المشكلات». يقول سوراني إنّ سايتو «منهجي» الشخصية و«لديه القدرة على التصميم والتركيز لتحقيق أهدافه»، بينما هاياشي «يعتمد على الحدس بشكل أكبر، وينظر إلى الموضوع نظرة أوسع، ويبدي نهجًا أكثر استرخاء». ويتابع بقوله: «إنهما معًا يكوِّنان فريقًا قويًّا جدًّا».

لحق هاياشي بسايتو بجامعة كيوتو، واكتشف سريعًا أنها مختلفة تمامًا عن كمبريدج. ولم يكن هناك وقت لنقاشات نظرية كما اعتاد سابقًا؛ بل دخل مباشرة في التجارب. يقول هاياشي: «في اليابان نتجه نحو العمل مباشرة. أحيانًا يكون ذلك غير ناجح، لكنْ في أحيان أخرى ينجح نجاحًا هائلًا».

حاول هاياشي استخدام خلايا الأديم الخارجي ـ نقطة بداية تجارب سايتو ـ وبدلًا من استخدام خلايا مستخلصة من الأجنة كما فعل سايتو، حاول هاياشي أن يستزرعها كخط خلايا مستقر يمكنه إنتاج خلايا جرثومية أولية. لم تنجح الطريقة. ووقتئذ، استخدم هاياشي نتائج أبحاث أخرى تُظْهِر أن جزيئًا أساسيًّا منظمًا (أكتيفين A) وعامل نمو (عامل نمو خلايا الألياف الأساسي) يستطيعان تحويل خلايا جذعية جنينية مبكرة مستزرعة إلى خلايا أقرب لخلايا الأديم الخارجي. أطلق ذلك شرارة استخدام هذين العاملين لحث الخلايا الجذعية الجنينية على التمايز إلى خلايا أديمية، ثم إضافة تركيبة سايتو السابقة؛ لدفع تلك الخلايا لتصبح خلايا جرثومية أوّلية. ونجحت الطريقة[6].

ولإثبات أن هذه الخلايا الجرثومية الأولية الاصطناعية نسخ طبق الأصل من نظيراتها الطبيعية، كان ضروريًّا إظهار أنها تتحول إلى حيوانات منوية وبويضات سليمة. العملية التى يحدث بها هذا معقدة وغير مفهومة، ولذا.. فضَّل الفريق ترك المهمة للطبيعة؛ فقام هاياشي بزرع تلك الخلايا داخل خصي فئران عاجزة عن إنتاج حيوانات

«إنهما يضعان مسار مستقبل أبحاث علاج العقم»

منوية طبيعيًّا، وانتظر ليرى إنْ كانت الخلايا ستنمو، أم لا[6]. رجَّح سايتو أن ينجح ذلك، لكنه كان قلقًا. يقول سايتو: «كانت فرصة النجاح حوالي 50/50». ويضيف: «كنا نشعر بالإثارة والقلق في آن واحد»، لكن في الفأر الثالث أو الرابع، وجدوا خصيتين لهما أنيبيبات منوية غليظة داكنة مملوءة بالحيوانات المنوية. يقول هاياشي: «لقد حدث هذا بشكل صحيح تمامًا. وكنت أعلم أنها ستنتج فئرانًا وليدة». حقن الفريق الحيوانات المنوية داخل بويضات، ثم أدخلوا الأجنة الناتجة إلى إناث الفئران. كانت النتيجة ولادة فئران مُنْجِبَة ذكورًا وإناثًا[6] (انظر «صناعة الأجنة»).

كرر الفريق التجربة باستخدام خلايا جذعية مستحثة متعددة القدرات (iPS)، وهي خلايا ناضجة أعيدت برمجتها مخبريًّا إلى حالة شبه جنينيّة. ومرة أخرى، استُخدِمت الحيوانات المنوية الناتجة لإنتاج فئران وليدة، مما يثبت فعاليتها وظيفيًّا. وهو إنجاز نادر في مجال تمايز الخلايا الجذعية، حيث يختلف العلماء غالبًا حول إنْ كانت الخلايا المخلَّقة مخبريًّا هي فعلًا كما تبدو، أم لا. يقول كلارك: «إن هذه إحدى أمثلة قليلة بمجال أبحاث الخلايا الجذعية متعددة القدرات، حيث أمكن توليد نوع من الخلايا الفعالة وظيفيًّا ـ بشكل لا لبس فيه ـ بدءًا من خلية جذعية متعددة القدرات في طبق بالمختبر».

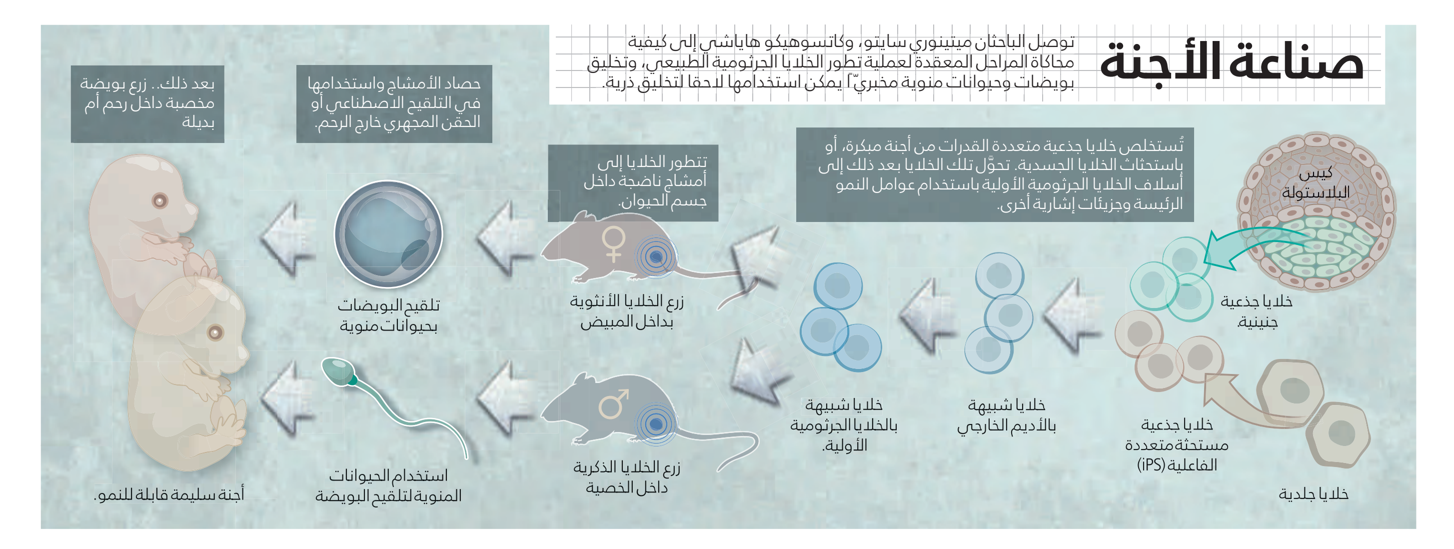
توقع الباحثون أن يكون توليد البويضات أكثر تعقيدًا، لكن في السنة الماضية، قام هاياتشي بتخليق خلايا جرثومية أولية مخبريًّا باستخدام خلايا فأر طبيعي اللون، ثم زرعها بمبيضي فأرة مهقاء (ألبينو)[1]. خُصِّبت البويضات الناتجة مخبريًّا، وزُرعت الأجنة في رحم فأرة بديلة. يقول هاياشي: «كنت أعلم أنها نجحت»، عندما رأى عيني الفأر الوليد الداكنتين تبرزان من خلال جفونه الشفافة.

هبة الخلية الجرثومية

استطاع باحثون آخرون تكرار العملية؛ لتوليد خلايا جرثومية أوّلية مخبريًّا (لم يكن بين الذين اتصلت بهم «نيتشر» مَنْ استخدمها لإنتاج حيوانات حية). الخلايا الجرثومية الأوليّة المخلَّقة اصطناعيًّا لها استخدام خاص لعلماء الوراثة اللاجينية، أي التبدلات الكيميائية الحيوية للحمض النووي التي تحدد أي جينات سيُعَبَّر عنها. تلك التبدلات ـ هي غالبًا إضافة مجموعات ميثيل لقواعد الحمض النووي فرادى ـ تحمل في بعض الحالات نوعًا من السجل التاريخي لما مَرَّ به الكائن (التعرض لمواد كيميائية داخل الرحم، مثلًا). وبطريقة مماثلة لعملها بخلايا أخرى، تدفع علامات الوراثة اللاجينية الخلايا الجرثومية الأوليّة إلى مآلها (التمايز) أثناء التطور الجنيني، لكن هذه الخلايا فريدة، لأنها حين تتطور إلى بويضات وحيوانات منوية، يتم محو علامات الوراثة اللاجينية. وهذا يتيح للخلايا تخليق بويضة مخصَّبة جديدة قادرة على تكوين جميع أنواع الخلايا.

يُتوقع أن تسهم أخطاء في أدق التغيرات الوراثية اللاجينية في ظهور العقم واضطرابات أخرى، كسرطان الخصيتين. لقد استخدمَت بالفعل مجموعتا سوراني وحنا، خلايا جرثومية أولية مخلقة اصطناعيًّا لبحث دور كل إنزيم وحده في التنظيم الوراثي اللاجيني، وهو ما قد يُظْهِر يومًا كيف تنخرط الشبكات الوراثية اللاجينية في الأمراض.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



في الواقع، توفر الخلايا الجرثومية الأوّلية المخلّقة مخبريًّا ملايين الخلايا للعلماء لدراستها، بدلًا من الأربعين خلية التي تُستخرَج عادة بتشريح أجنة مبكرة، حسب قول حنا، الذي يضيف: «هذا أمر مهم، لأننا نملك تلك الخلايا النادرة ـ خلايا جرثومية أولية ـ تمر بتغيرات وراثية لاجينية كبيرة بكامل الجينوم، نفهمها بالكاد». ويوافقه كلارك بقوله: «النموذج المخلَّق معمليًّا أتاح آفاقًا غير مسبوقة للعلماء».

دلالات إكلينيكية

ليس لدى هاياشي وسايتو الكثير ليقدماه للأزواج غير المخصبين الذين يتوسّلون طلبًا للمساعدة. وقبل استخدام هذا البروتوكول في العيادة، هناك عقبات كبيرة ينبغي تذليلها.

فقد وجد سايتو وهاياشي أنه رغم صحة وخصوبة الذُّرِّيَّة التي تولدت باستخدام تقنيتهما، لا تبدو الخلايا الجرثومية الأولية التي تنتجها تلك الذُّرِّيَّة بدورها «طبيعية» تمامًا، بل غالبًا ما تظهر شذوذات. لكن الجيل الثاني من الخلايا الجرثومية الأولية تنتج بويضات طبيعية عادة. ولَدَى تخصيب تلك البويضات، تنقسم إلى خلايا بثلاث مجموعات من الكروموسومات وليس اثنتين، ومعدل نجاح إنتاج ذُرِّيَّة بواسطة الخلايا الجرثومية الأولية الاصطناعية يعادل ثلث معدل نجاح التخصيب المخبري العادي. وقد وجد بيه چانج ـ الذي يدرس الوراثة اللاجينية بكلية طب جامعة هارفارد ببوسطن، ماساشوستس باستخدام طريقة سايتو ـ أيضًا أن الخلايا الجرثومية الأوّلية المخلّقة مخبريًّا لا تمحو برمجتها الوراثية اللاجينية السابقة مثلما في الخلايا الجرثومية الأوّلية الطبيعية. يقول چانج: «يجب أن نعي أن هذه الخلايا شبيهة بالخلايا الجرثومية الأوّليّة، وليست مطابقة لها». وهناك تحدِّيان تقنيان رئيسان.. الأول: إيجاد طريقة لتحويل الخلايا الجرثومية الأولية إلى حيوانات منوية وبويضات ناضجة، دون زرعها في الخصيتين أو المبيضين. لذلك.. يحاول هاياشي فك شفرات الإشارات الجزيئية التي تُفرَز بالمبيض والخصية وتوجه الخلايا الجرثومية الأولية؛ لتصبح بويضات وحيوانات منوية، بحيث يضيفها إلى مزرعة الخلايا الاصطناعية؛ لتقودها خلال تلك المراحل.

أمّا التحدى الأصعب، فهو تكرار عمل الخلايا الجرثومية الأوّلية بالفئران لدى البشر. لقد بدأ الفريق بالفعل يحاول تحسين أداء الخلايا البشرية الجذعية المستحثّة متعددة القدرات باستخدام الجينات التي أشار سايتو إلى أهميتها في عملية تكوين الخلايا الجرثومية بالفئران، لكن سايتو وهاياشي يعلمان أن شبكات الإشارات الجزيئية البشرية تختلف عن مثيلاتها في الفئران، بل إنه في حين يتوفر لسايتو عدد «لا نهائي» من أجنة الفئران الحية لتشريحها، لا يتوفر للفريق أي أجنة بشرية. ولتعويض ذلك.. يحصل الباحثون على 20 من أجنة القرود أسبوعيًّا من منشأة قريبة لتربية الرئيسيّات، ضمن منحة قدرها 1.2 مليار ين ياباني (12 مليون دولار) لمدة خمس سنوات. وإذا سار كل شيء على ما يرام ـ كما يقول هاياشي ـ فسيتمكنون من تكرار تجارب الفئران على القردة خلال 5–10 أعوام. وببعض التنقيحات الصغيرة، يمكن استخدام هذه الطريقة لإنتاج خلايا جرثومية أولية بشرية بعد ذلك بفترة.

إنّ استخدام الخلايا الجرثومية الأولية لعلاج العقم سيكون قفزة بالغة. ويطالب علماء كثيرون ـ منهم سايتو ـ بالحذر.. فالخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، والخلايا الجذعية الجنينية كثيرًا ما تلتقط شذوذًا كروموسوميًّا، وطفرات جينية، وعدم انتظام وراثي لاجيني خلال الاستزراع مخبريًّا. يقول مور: «يُحتمَل جدًّا أن تقع عواقب بعيدة المدى متعددة الأجيال إذا حدث خطأ صغير للغاية». وقد يساعد إثبات أن التقنية آمنةٌ لدى القردة في تهدئة تلك المخاوف، ولكنْ كم من القردة السليمة ينبغي أن تُولَد قبل اعتبار الطريقة آمنة؟ وكم من الأجيال ينبغي متابعتها قبل تقرير ذلك؟

في نهاية المطاف، ينبغي إنتاج الأجنة البشرية واختبارها، وهي عملية ستكبلها قيود كثيرة على تخليق أجنة بشرية لأغراض البحث. ستتيح تقنيات التصوير الجديدة غير الانتهاكية للأطباء تمييز الأجنة الصحيحة من المشوهة بدقة عالية[7]. والأجنة التي تبدو مماثلة لأجنة التخصيب المخبري العادي سيتم إجازتها للزرع في البشر. ويمكن أن يحدث هذا بتمويل خاص، أو في الدول ذات التوجهات الأقل تقييدًا لأبحاث الأجنة البشرية.

وعندما تكون التقنية جاهزة، سيكون ممكنًا إجراء أعمال إنجابيّة أجرأ وأكثر إثارة. فمثلًا، يمكن نظريًّا استخدام جلد رجل لتخليق بويضات تلقَّح بحيوانات منوية من الشريك، ثم يُزرع الجنين في رحم أم بديلة، لكن هناك شكوك في إمكانية إجراء ذلك العمل بالغ الجرأة. وكانت مجموعة هينكستُن Hinxton، وهي رابطة دولية من العلماء، تناقش الأخلاقيات والتحديات المتصلة بالخلايا الجذعية، قد خلصت إلى صعوبة إنتاج بويضات من خلايا ذكرية تحمل الكروموسومين XY أو حيوانات منوية من خلايا أنثوية تحمل الكروموسومين XX. فـ«التعليمات التي تمد الخصوصية الأنثوية بها الخلايا الذكرية لا تتسق مع بعضها»، حسب قول كلارك، عضو ذلك الكونسرتيوم.

استخدم سايتو خلايا جذعية متعددة القدرات مستحثة من فأر؛ لتخليق حيوانات منوية، ومن فأرة؛ لتخليق بويضات، لكنه يقول إنّ العكس ممكن. وإنْ صحَّ ذلك.. يمكن تخليق بويضات وحيوانات منوية من الفأر نفسه، واستخدامها لتلقيح بعضها، مما ينتج شيئًا لم يره أحد قط: فأر مخلَّق بالتخصيب الذاتي. والواضح أنّ هاياشي، وسايتو غير مستعِدَّين لتجربة هذا. يقول سايتو: «سنجرِّب ذلك [في الفئران]، إنْ كانت هناك ضرورة علمية فقط». وهو لا يرى هذه الضرورة في الوقت الحالي.

ويشعر العالِمان حاليًّا ببعض الضغط من المرضى ومنظمات التمويل اليابانية؛ للمضي قُدُمًا. قد تكون تلك التقنية هي الأمل الأخير للنساء اللاتي لم يحالفهن الحظ مع التخصيب بالحقن المجهري، أو لأولئك الناس الذين أصيبوا بالسرطان في طفولتهم؛ ففقدوا القدرة على إنتاج بويضات أو حيوانات منوية. ويبلغ هاياشي مَنْ يراسلونه بأنّ علاجًا ناجعًا للعقم لا يزال يحتاج إلى 10 أو حتى 50 عامًا في المستقبل. يقول هاياشي: «انطباعي الشخصي أن الأمر بعيد جدًّا. ولا أريد أن أعطي الناس أملًا زائفًا».

إنّ المرضى يرون نتائج نهائية، متمثلة في نجاح التجارب على الفئران، ويتجاهلون غالبًا سنوات عمل شاق؛ أدَّت في النهاية إلى ذلك الإبداع التقني الرائع. ولا يدرك المرضى أن تحويل البحث من الفئران إلى البشر يعني بدايةً من الصفر تقريبًا، حسب قول هاياشي. والأجنة البشرية المبكرة مختلفة تمامًا عن أجنة الفئران، إلى حد أن الأمر تقريبًا سيكون «كبدء من جديد لعملية أخذت بالفعل أكثر من 10 سنوات». ■

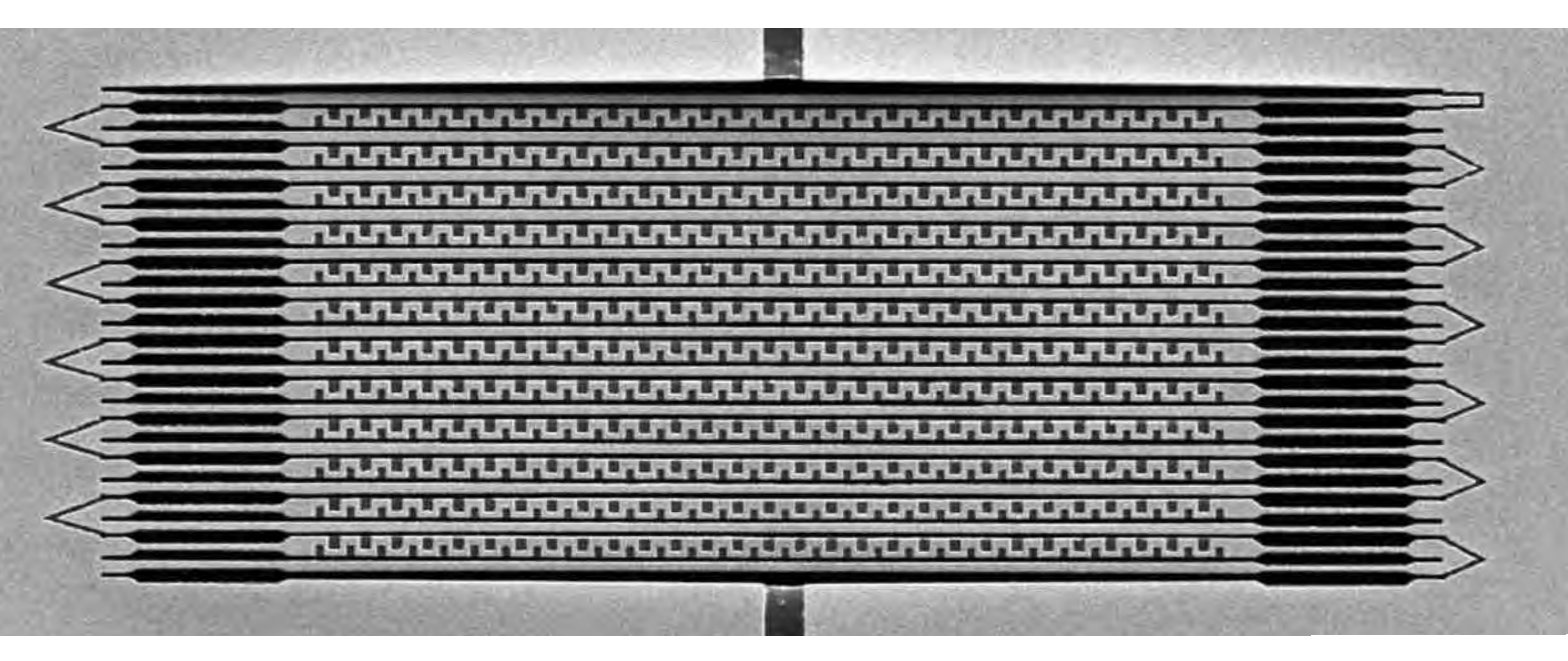
ديفيد سيرانوسكي مراسل دوريّة «نيتشر» بمنطقة آسيا-المحيط الهادئ.

1. Hayashi, K. *et al. Science* **338,** 971–975 (2012).
2. Ohinata, Y. *et al. Cell* **137,** 571–584 (2009).
3. Saitou, M., Barton, S. C. & Surani, M. A. *Nature* **418,** 293–300 (2002).
4. Ohinata, Y. *et al. Nature* **436,** 207–213 (2005).
5. Yamaji, M. *et al. Nature Genet.* **40,** 1016–1022 (2008).
6. Hayashi, K., Ohta, H., Kurimoto, K., Aramaki, S. & Saitou, M. *Cell* **146,** 519–532 (2011).
7. Wong, C. C. *et al. Nature Biotechnol.* **28,** 1115–1121 (2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عالـم المــواد الاصطنــاعيــة العجيبة

لي بيلينجز



REF. 3

هناك هياكل مهندَسة بخصائص بصرية عجيبة على وشك الانتقال من المختبرات إلى الأسواق.

سيكون توم دريسكول سعيدًا إذا لم يسمع عبارة «عباءة إخفاء على طريقة هاري بوتر» مرة أخرى، لكنه يعرف أنه سيسمعها. فلا يبدو أن وسائل الإعلام تستطيع مقاومة استخدام المصطلح عند نشرها لأحدث التطورات في المواد الاصطناعية العجيبة التي تتألف من أنساق عناصر متناهية الصغر، تقوم بثني وتشتيت ونقل أو تشكيل الإشعاع الكهرومغناطيسي بطرق لا تستطيعها المواد الطبيعية. صحيح أن المواد الاصطناعية يمكنها مبدئيًّا تعديل مسار الضوء حول الأشياء؛ لجعلها غير مرئية، بشكل لا يختلف عن عباءة إخفاء ساحر أسطوري. ويحاول كثير من الباحثين بالمواد الاصطناعية جَعْل حَجْب الرؤية حقيقة واقعة، لأسباب ليس أقلها التمويل العسكري الشغوف بتطوير تلك القدرات.

وإذا قُدِّر لتلك التطبيقات أن ترى النور؛ فسيكون ذلك بعد عقود من الآن. إنّ التقنيات الأقرب للاستغلال التجاري أكثر أهمية لدى دريسكول، وهو فيزيائي يشرف على التسويق التجاري للمواد الاصطناعية بشركة المشروعات الفكرية Intellectual Ventures، وهي تجمع براءات الاختراع في بيليفيو، واشنطن. إن تطبيقات كاتصالات الأقمار الاصطناعية الأرخص، والهواتف الذكية الأرق سمكًا، والمعالجة الضوئية فائقة السرعة للبيانات، هي مجالات «تستعد المواد الاصطناعية لإحراز تأثير ضخم فيها»، حسب قول دريسكول.

ويضيف دريسكول قائلًا إن الباحثين لا يزالون يواجهون تحديات مثبطة، خاصةً في إيجاد طرق رخيصة لتصنيع ومعالجة عناصر المواد الاصطناعية نانومترية المستوى.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ويُتوقع أن تُطرح أولى منتجات المواد الاصطناعية في الأسواق خلال عام تقريبًا. ويتوقع دريسكول أنه لن يمضي وقت طويل بعد ذلك قبل أن يبدأ المستهلكون العاديون جني الثمار، كخدمات إنترنت أسرع وأرخص على متن الطائرات، وهواتف محمولة، مثلًا. وحسب قول دريسكول.. ستنتقل تلك التطبيقات من كونها مادة لخيالات الناس «لتصبح أشياء لا يتصورون العيش بدونها».

وقد أُعلن عن أول عرض لمواد اصطناعية بالمختبر في عام 2000 بواسطة الفيزيائي ديفيد سميث وزملائه بجامعة كاليفورنيا، في سان دييجو[1]. وتابع الباحثون بحوثًا نظرية، أجراها في التسعينيات جون پندري بكلية إمبريال كوليدج، جامعة لندن. وأظهروا أن نسقًا من الأسلاك والحلقات النحاسية الدقيقة له معامل انكسار سالب لموجات الميكروويف، مما يعني أن أشعة الميكروويف الساقطة على هذه المادة تنحرف في اتجاه معاكس للاتجاه المشاهَد عادةً في حالة المواد الطبيعية (انظر: «هندسة الموجات»). أطلق ذلك اهتمامًا كثيفًا بالمواد الاصطناعية، ويعود ذلك جزئيًّا إلى أن القدرة على ثني الإشعاع بهذه الطريقة تتضمن إمكانية صنع عباءات الإخفاء.

ومنذ ذلك الحين، استكشف سميث وغيره تنويعات لفكرة المواد الاصطناعية، بحثًا عن التلاعب بالإشعاع بطرق لا علاقة لها بمعامل الانكسار السالب. كما أنهم تجاوزوا أيضًا الأنساق الساكنة، وابتكروا تقنيات لتغيير طريقة ترتيب العناصر، وكيفية تشكُّلها، وكيفية استجابتها للإشعاع. وبِوِسْع المواد الناتجة عن ذلك القيام بأشياء.. كالتحول من معتمة إلى شفافة، أو من اللون الأحمر إلى الأزرق.. كل ذلك بمجرد الضغط على زر.

المحرّكون للسوق

في يناير، تولّى سميث ـ الآن بجامعة ديوك في دُرْهام، نورث كارولاينا ـ مهمة موازية؛ مديرًا لجهود تسويق المواد الاصطناعية تجاريًّا بشركة «المشروعات الفكرية» Intellectual Ventures. يقول سميث: «شعرت أن الوقت قد حان، وأننا لا نحتاج بحثًا علميًّا أكثر حول بعض تلك الأمور».

هناك حالة اختبار قد تأتي مبكرًا بحلول العام المقبل. وتأمل شركة كايميتا Kymeta في ريدموند، واشنطن ـ إحدى الشركات المنبثقة عن شركة «المشروعات الفكرية» ـ في تسويق هوائي (أنتينا) مدمج، سيكون أحد أول المنتجات الموجَّهة للمستهلك بمواد اصطناعية. سينقل الجهاز ـ منخفض الكلفة نسبيًّا ـ اتصالات الأقمار الاصطناعية عريضة النطاق من الطائرات وإليها، وكذلك من القطارات، والسفن، والسيارات، وأي منصة أخرى مطلوب تشغيلها بمواقع بعيدة عن شبكات المحمول، وإليها.

في قلب الهوائي ـ الذي تُعَدّ تفاصيله سرية ـ هناك لوحة دارات إلكترونية مسطحة تضم آلافًا من عناصر المواد الاصطناعية الإلكترونية، ويمكن تغيير خصائص كل منها لحظيًّا بواسطة برمجيات الجهاز الداخلية. يتيح ذلك للهوائي تتبُّع قمر اصطناعي عبر السماء، دون حاجة إلى الحفاظ على تموضع محدد نحوه، كما يفعل طبق الهوائي القياسي، بل يبقى الهوائي الجديد ثابتًا، بينما تضبِط البرمجياتُ ـ بشكل متواصل ـ الخواص الكهربية لكل عنصر من المواد الاصطناعية منفردًا. وعندما يُفعَل هذا بشكل صحيح، ستعزز الموجات المنبعثة من عناصر المواد الاصطناعية بعضها، وتنتشر نحو السماء باتجاه القمر الاصطناعي فقط؛ بينما تلغي الموجات المنبعثة في أي اتجاه آخر بعضها؛ فلا تنتقل. وفي الوقت نفسه ـ وللسبب نفسه ـ سيلتقط الهوائيُّ بسهولة الإشارات القادمة من القمر الاصطناعي.

يقول سميث إن هوائيات هذه التقنية مدمَجة أكثر من بدائل أخرى، كهوائيات الأطباق. إنها تقدم «توفيرًا كبيرًا من حيث التكلفة والوزن واستهلاك الطاقة». وقد قدمت شركة «كايميتا» بالفعل عروضًا عملية لهذه التقنية للمستثمرين وشركاء التطوير المحتملين، لكن سميث ينبه إلى أنه لا يزال يتعين على الشركة تحديد سعر للهوائي، وينبغي لها تخفيض كلفة الإنتاج، بينما تحافظ على معايير الأداء الصارمة التي تتطلبها الوكالات الحكومية المعنيّة من أي جهاز يتصل بالأقمار الاصطناعية.

أماطت شركة «كايميتا» اللثام عن قليل من تفاصيل الهوائي الجديد، بحيث يقول الباحثون إن من الصعب تقديم أي تقييم، لكن سميث يحظى بتقدير كبير في هذا المجال، فإذا طرحت شركة «كايميتا» المنتَج في السوق، فقد تتيح الهوائي أولًا لاستخدام الطائرات الخاصة وطائرات الركاب. وإذا استجاب المشترون جيدًا، تأمل الشركة في تضمين التقنية الجديدة في خطوط إنتاج أخرى، كوحدات الاتصال المحمولة الموفرة للطاقة بالأقمار الاصطناعية لاستخدام عمال الإنقاذ، أو الباحثين في الميدان.

في يناير، ذُهلت عقولٌ عندما أعلنت مجموعة سميث عن عرض جهاز آخر بالمواد الاصطناعية: كاميرا يمكنها إنتاج صور أشعة ميكروويف مضغوطة بدون عدسة، أو أي أجزاء متحركة[2]. قد يكمن أحد التطبيقات المهمة لهذه الكاميرا الجديدة في خفض تكلفة وتعقيد الماسحات الضوئية لأمن المطارات.

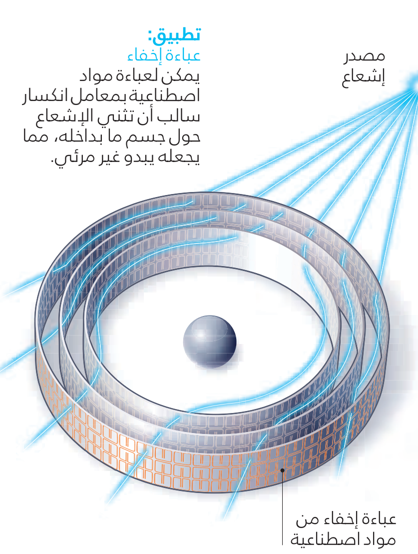
في شكلها الحالي، ينبغي لتلك الماسحات الضوئية مسح مجس استشعار ميكروويف فعليًّا فوق وحول الجسم المطلوب فحصه. تنتج عن ذلك كمية بيانات ضخمة جدًّا، يتعين تخزينها قبل معالجتها؛ للحصول على صورة. وعلى نقيض ذلك.. يحتاج الجهاز الذي صممه فريق جامعة ديوك إلى حيز قليل جدًّا لتخزين البيانات. فالجهاز يأخذ لقطات عديدة بإرسال حزم من أشعة الميكروويف بأطوال موجية متعددة عبر الهدف بمعدل عشر مرات في الثانية تقريبًا. وعندما تنعكس موجات الميكروويف على الجسم، فإنها تقع على شريط رقيق من عناصر مواد اصطناعية نحاسية مربعة، يمكن ضبط كل منها، بحيث يمنع أو يتيح مرور هذا الإشعاع المنعكس من خلاله. ويمكن تغيير النمط الناجم للعناصر الشفافة أو المعتمة سريعًا جدًّا، حيث ينقل كل ترتيب لقطة مبسطة للجسم الممسوح إلى مجسّ استشعار مفرد. يقيس مجسّ الاستشعار الشدة الكلية للإشعاع من كل لقطة، ومن ثم يُخرِج تيارًا من الأعداد التي يمكن معالجتها رقميًّا لبناء صورة مضغوطة جدًّا للجسم.

المسلَّم به أن هذه التطبيقات ليست إلا خطوة أولى. فالتطبيقات العملية التي تمت حتى الآن لا تعدو كونها استخدامات مبدئية تقتصر على صور ثنائية الأبعاد لأجسام معدنية بسيطة. والتوسع إلى صور ثلاثية الأبعاد لأجسام معقدة لا يزال تحديًا، لكن إذا أمكن التغلب على هذا التحدي، حسب قول دريسكول؛ فسيكون بوسع المطارات الاستغناء عن أكشاك ضخمة ومكلفة وبطيئة تشكل نقاط التفتيش الأمنية حاليًا، لتستعمل بدلًا منها عددًا أكبر من كاميرات المواد

هندسة الموجات

تشتت عناصر المواد الاصطناعية الإشعاع الوارد إليها بطرق دقيقة جدًّا. يمكن أن تتخذ تلك العناصر أي شكل؛ من الأشكال الشائعة: الكرات، والحلقات، والصلبان، وإشارات الرتب. يمكن في كثير من الأحيان تغيير خصائصها الكهرومغناطيسية عن طريق البرمجيات.





تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاصطناعية الرقيقة غير المكلفة، ومتصّلة بالحواسيب. يقول دريسكول إن هذا التحول قد يساعد في مدّ المسح الأمني؛ ليشمل غرف وصالات وممرات المطارات، ومرافق حساسة أخرى.

في هذه الأثناء.. الهدف البحثي الرئيس لسميث ومجموعته هو تطوير أجهزة مواد اصطناعية متينة قابلة للتسويق، ولا تقتصر على الأطوال الموجية للراديو والميكروويف والأشعة تحت الحمراء. أما إذا أمكن تشغيل التقنيات في الضوء المرئي؛ فستصبح أكثر فائدة لتطبيقات عدة، كاتصالات الألياف الضوئية، أو الكاميرات، وشاشات العرض الموجهة للمستهلك.

يحذِّر ستيفان لاروش ـ عضو فريق سميث البحثي بجامعة ديوك ـ قائلًا: «لن يكون ذلك أمرًا سهلًا»، ويشرح أن المواد الاصطناعية يمكنها استخدام خواصها العجيبة فقط إذا كانت العناصرالمكونة لها أصغر حجمًا، والمسافات فيما بينها أقل من الطول الموجي لذلك الإشعاع. يقول لاروش: «لذا.. كلما قصر الطول الموجي الذي نرغب في استخدامه، ينبغي أن تكون عناصر المواد الاصطناعية أصغر».

في نطاقات الميكروويف والراديو من الطيف الكهرومغناطيسي، الأمر سهل نسبيًّا.. فالأطوال الموجيّة تقاس بالسنتيمترات والأمتار، لكن عناصر المواد الاصطناعية البصرية يتعين أن تقاس بأقل كثيرًا من الميكرومتر. وذلك ليس مستحيلًا، فالرقائق الإلكترونية عالية الأداء تحتوي اليوم سمات، أبعادها بضع عشرات النانومترات. وبخلاف ذلك.. يقول لاروش إن عناصر المواد الاصطناعية في تطبيقات عديدة تحتاج أن تضم طرقًا تمكِّن البرمجيات من تغيير خواصها ديناميكيًّا حسب الحاجة. ويضيف لاروش قائلاً: «غالبًا ما تكون لدينا أفكار رائعة، لكن لا سبيل لتصنيعها عمليًّا».

عدسة مسطحة

رغم هذه الصعوبات، بدأت تظهر تصاميم عملية للمواد الاصطناعية البصرية. نَشَر أحدها في مارس[3] فريق يقوده نيكولاي چيلوديف، الفيزيائي بجامعة ساوثامبتُن، بالمملكة المتحدة، ويدير مركزًا للأبحاث حول المواد الاصطناعية بجامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة. يمكن للجهاز الذي طوره الفريق أن يغير كثيرًا قدرته على نقل أو عكس الأطوال الموجية الضوئية بواسطة عناصر مواد اصطناعية نانومترية القياس منحوتة من رقائق الذهب ومحكومة كهربائيًّا. يمكن استخدامها يومًا كمحول لشبكات اتصالات الألياف الضوئية عالية السرعة.

ونظرًا لصعوبة صنع أنساق المواد الاصطناعية ثلاثية الأبعاد بالمستويات البصرية والتحكم بها، يركز باحثون على «الأسطح الاصطناعية» ثنائية الأبعاد. في أغسطس 2012، كشفت مجموعة بقيادة فيديريكو كاپاسّو ـ بجامعة هارفارد بكمبريدج، ماساشوستس ـ عن عدسة مسطحة من المواد الاصطناعية، يمكنها تركيز ضوء الأشعة تحت الحمراء في نقطة بطريقة العدسة الزجاجية نفسها تقريبًا[4]. يقول كاپاسّو: «لا أريد أن أدَّعِي ابتكارًا مطلقًا»، «لكن أعتقد أننا أول مجموعة بحث وضعت البصريات المسطحة بوضوح على جدول أعمال التطبيقات التجارية».

تعتمد العدسة التقليدية على الانكسار؛ لثني الضوء إلى نقطة بتمريره عبر أسماك متفاوتة للزجاج. تمرِّر عدسة كاپاسّو الضوء عبر نسق ثنائي الأبعاد من عناصر مواد اصطناعية من الذهب، ومنحوتة من رقاقة سيليكون، سمكها 60 نانومترًا، باستخدام طباعة ليثوجرافية بشعاع الإلكترون، تم تطويرها لصناعة الرقائق الدقيقة. إنّ العناصر ثابتة، فلا يمكن ضبطها بعد التصنيع، لكن باختيار حجم معين للعناصر، ومسافات بينيّة معينة أثناء التصنيع، يمكن للفيزيائيين تشكيل ضوء الطول الموجي المختار بالطريقة المطلوبة بالضبط؛ لجعله يتجمع في نقطة.

ينبِّه كاپاسو إلى أنّ التطبيقات التجارية لتلك العدسات المسطحة ربما لن تتحقق قبل عقد. يعود ذلك جزئيًّا إلى صلابة وهشاشة السيليكون كركيزة لحفر العناصر؛ ولذا.. ينظر الباحثون في بدائل أكثر قوة ومرونة، تكون أسهل في التناول على خط الإنتاج. ويبحثون أيضًا عن سبل أفضل لضبط نحت العناصر نانوية الحجم، مما ينبغي فعله بدقة عالية.

يقول كاپاسو: «بمجرد إتقان تقنية العدسات المسطحة، سيكون أحد تطبيقاتها الواضحة في كاميرات الهواتف الذكية». فالعدسات مع البطاريات تُعَدّ من أشد المعوقات لتقليل سُمْك الهاتف الذكي، ويتوقع كاپاسو أن يصبح الهاتف الذكي المزود بعدسة تصوير مسطحة «في رقة بطاقة الائتمان». وتتجنب العدسة المسطحة الانحرافات التي تعوق العدسات الزجاجية، كالهوامش الملونة الناجمة عن عدم قدرة العدسة الزجاجية على تركيز جميع الأطوال الموجية في النقطة نفسها. وهذا يعني أن عدسة كاپاسو المسطحة يمكن استخدامها أيضًا لصنع مجاهر أفضل خالية من الانحراف.

> «تستعد المواد الاصطناعية لإحراز تأثير ضخم».

ومهما كانت جودة العدسات المسطحة، ستبقى في نهاية المطاف خاضعة لمحدودية الحيود، التي تمنع أي عدسة تقليدية من تحديد تفاصيل أصغر كثيرًا من طول موجة الضوء الذي ينير هدفها. تبلغ هذه المحدودية في المتوسط 200 نانومتر للضوء المرئي، لكن بوسع المواد الاصطناعية توفير وسائل لإنتاج «عدسات فائقة» يمكنها تجاوز تلك المحدودية؛ مما يتيح للباحثين رؤية تفاصيل دون الطول الموجي لأشياء مستهدَفة، كالفيروسات، والبِنَى المتغيرة باستمرار في الخلايا الحية.

يكمن السر في إدراك أن التفاصيل المفقودة لا تزال موجودة، تحمِّلها موجات «مضمحلة» من الضوء المنعكس، تخفت سريعًا جدًّا بازدياد المسافة من الجسم المضاء. وعادةً، تتلاشى تلك الموجات فعليًّا قبل أن يتم التقاطها وتركيزها بعدسة، لكنّ عدسة فائقة مصنوعة من مواد اصطناعية ومصمَّمة لتُوضع في حدود عشرات النانومترات من الجسم سيمكنها التقاط وتضخيم تلك الموجات.

لقد شهد عام 2005 إثباتًا مبكرًا لصحة مفهوم العدسة الفائقة بواسطة فريق يقوده شيانج چانج، الفيزيائي بجامعة كاليفورنيا، بيركلي[5]. أنتج فريق چانج مادة اصطناعية بسيطة، تتألف من طبقة فضة سُمْكها 35 نانومترًا داخل شطيرة من طبقتين نانويّتين من الكروم والبلاستيك. ومنذ ذلك الحين.. والفريق يعكف على صقل مفهوم العدسة الفائقة؛ ففي عام 2007 دفع الباحثون الفكرة بتطوير «عدسات هايبر» من طبقات منحنية متداخلة من مركبات معينة، كالفضة والألومنيوم والكوارتز[6]. هذه العدسات لا تلتقط فقط الموجات المضمحلة، لكن يمكنها أيضًا إدخالها لنظام بصري تقليدي. ويمكن أن يسمح ذلك بمشاهدة تفاصيل دون الطول الموجي من خلال العدسة العينية لمجهر عادي، غير أن البنية والسلوك المعقدين لعدسات الهايبر يجعلان من الصعب تصنيعها واستخدامها بهذه الطريقة.

عدسات قابلة للعكس

بالمزاوجة بين البصريات التقليدية وعدسات المواد الاصطناعية الفائقة والهايبر، يطمح چانج للتوصل في نهاية المطاف إلى تطبيقات تتجاوز المجاهر كثيرًا. كما أن تركيبات المواد الاصطناعية يمكنها تكبير تفاصيل دون الطول الموجي ـ ويمكنها أيضًا العمل بالعكس ـ بتوجيه حزم من الضوء إلى بؤر تركيز أقل من الطول الموجي، وهي سمة عظيمة الأهمية لتصنيع البِنَى الدقيقة بواسطة طباعة ليثوجرافية ضوئية. وإذا أمكن تسخير العدسات الفائقة والهايبر لهذا الغرض، فسيمكن استخدام حزم الضوء بالغة الدقة لحفر ملامح أدق كثيرًا من المتاح حاليًّا. ويمكن أن يزيد هذا كثيرًا كثافة تخزين البيانات على محركات الأقراص الضوئية، وكذلك عدد المكونات التي يمكن حشوها على رقائق الحاسوب الإلكترونية.

يتوخى سميث الحذر بهذا الخصوص، مشيرًا إلى أن العدسات الفائقة والهايبر تميل إلى تبديد كمية أكبر كثيرًا من طاقة الضوء الذي يمر عبرها من أي تقنيات طباعة ليثوجرافية متقدمة يجري تطويرها حاليًّا. ويقول إنّ هذا يجعلها أمثلة واضحة «لفتوحات علمية قوية ودامغة، لكنها ليست عملية لمسار منتج تجاري من أي نوع» في نطاق الأطوال الموجية الضوئية. لكنه يضيف قائلاً إن جهود چانج «تجارب بطولية تُظْهِر إمكانات المواد الاصطناعية بطريقة جوهرية».

ويقرّ چانج بأنّ العدسات الفائقة والهايبر ليست جاهزة لتتصدّر المشهد بعد، لكنْ يعتقد أن هناك مجالًا واسعًا للبحوث الجارية لتغيير ذلك الوضع في السنوات القادمة. يقول چانج: «إن التأثير الاقتصادي يمكن أن يكون ضخمًا». ويضيف: «أنا متفائل بحذر بأنّ المواد الاصطناعية، والعدسات الفائقة، والطباعة الليثوجرافية ستثبت بحق أنها ثوريّة. وإذا لم يكن الناس قصيري النظر جدًّا، فما يمكننا تحقيقه باستخدام المواد الاصطناعية لا حدود له سوى تخيلاتنا» ■

لي بيلينجز كاتب مستقل من نيويورك.

1. Smith, D. R., Padilla, W. J., Vier, D. C., Nemat-Nasser, S. C. & Schultz, S. *Phys. Rev. Lett.* **84,** 4184–4187 (2000).
2. Hunt, J. *et al. Science* **339,** 310–313 (2013).
3. Ou, J.-Y., Plum, E. Zhang, J. & Zheludev, N. I. *Nature Nanotechnol.* **8,** 252–255 (2013).
4. Aieta, F. *et al. Nano Lett.* **12,** 4932–4936 (2012).
5. Fang, N., Lee, H., Sun, C. & Zhang, X. *Science* **308,** 534–537 (2005).
6. Liu, Z., Lee, H., Xiong, Y., Sun, C. & Zhang, X. *Science* **315,** 1686 (2007).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ذاكرة مشوّهة

أمضت إليزابيث لوفتوس عقودًا من الزمن لكشف عيوب شهادات شهود العيان. وإنّ أفكارها لَتَلْقَى جاذبيةً جديدة في النظام القانوني الأمريكي.

محب قسطندي

في الساعات الأولى من صباح 9 سبتمبر 1984، دخل شخص غريب منزل السيدة «م» في كاليفورنيا من نافذة مفتوحة بغرفة المعيشة. وعندما وجدها نائمة، حاول اغتصابها، لكنه فرّ هاربًا لدى استيقاظ أشخاص آخرين بالمنزل. وصفت السيدة «م» المعتدي للشرطة: كان أسود اللون، يزن حوالي 77 كيلوجرامًا، يتراوح طوله بين 170 و175 سنتيمترًا، في شعره ضفائر صغيرة، ويرتدي قبعة بيسبول زرقاء اللون.

وجد الضباط الذين يجوبون الحي الذي تقيم فيه شخصًا بصفات تطابِق وصفها تقريبًا، يقف بجانب سيارته على بُعْد شارع من منزلها. قال الرجل، جوزيف بيسلي، إن سيارته تعطلت، وإنه كان يبحث عن أحد يساعده في إعطاء دفعة كهربية لتشغيلها، لكن السيدة «م» تعرّفت عليه باعتباره المعتدي، وتم اتهامه رسميًّا.

في محاكمة بيسلي بعد بضعة أشهر، شهدت الباحثة في الذاكرة، إليزابيث لوفتوس، لصالحه. وأبلغت هيئة المحلّفين كيف أن الذاكرة عرضة للخطأ، وكيف أن التوتر والخوف ربما أضعفا قدرة السيدة «م» في التعرّف على المعتدي، وكيف يجد الناس صعوبة في التعرّف على شخص من غير عِرقهم.

بُرِّئَت ساحة بيسلي. وتقول لوفتوس: «حالات كهذه تعني لي الكثير»، «وهي التي ألعب فيها دورًا في جلب الإنصاف لشخص بريء».

في حياة مهنية امتدت أربعة عقود، عملت لوفتوس ـ خبيرة علم النفس بجامعة كاليفورنيا في إرڤاين ـ أكثر من أي باحث آخر لإثبات عدم الاعتماد على الذاكرة في الأوضاع التجريبية. وقد استخدمت ما تعلمته للإدلاء بشهادتها كشاهد خبير بمئات القضايا الجنائية ـ كانت قضية بيسلي تجربتها الأولى بالمجال الجنائي ـ وأخبرت المحلفين أن الذكريات هشّة، وأن روايات شهود العيان بعيدة عن كونها تسجيلات كاملة للأحداث الفعلية.

نال عملها استحسان أقرانها، لكنه سبّب لها عداوات أيضًا. يتهمها المنتقدون بأن حماستها في تحدّي صحة الذاكرة جعلتها تضرّ الضحايا، وساعدت القتلة والمغتصبين. وقد رُفعت ضدها دعاوى، وتعرّضت للاعتداء، بل وتلقت تهديدات بالقتل. تقول لوفتوس: «لقد ذهبت إلى ميدان الرماية؛ لأتعلم إطلاق النار»، مشيرةً إلى أنها تحتفظ في مكتبها بعدد قليل من الأهداف المستخدَمة في الرماية، كمثار للفخر.

ومؤخرًا، بدأت الأبحاث التي أجرتها هذه العالِمة ـ البالغة 68 سنة ـ بإحداث تغييرات دائمة في النظام القانوني. ففي يوليو من السنة الماضية، أصدرت المحكمة العليا بولاية نيوجيرسي حكمًا ـ يعتمد إلى حد كبير على نتائج أبحاثها ـ يقضي بوجوب تنبه المحلّفين لطبيعة نقصان الذاكرة، وكون شهادات الشهود عرضة للخطأ كإجراء قياسي. وتتعاون لوفتوس مع قضاة بولايات أخرى لنشر هذه التغييرات بشكل أوسع.

يقول مارتن كونويه، خبير علم النفس الإدراكي بجامعة سيتي بلندن: «ما يحدث الآن في أمريكا هو حقيقةً نوع من الثورة». وكان عمل لوفتوس البحثي «مهمًّا للغاية» في تشكيل هذه التغييرات، حسب قول كونويه.

ذكريات طيّعة

كانت بداياتها في علم النفس بلا موجِّه. فعندما كانت طالبة دراسات عليا في علم النفس الرياضي بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا، تقول لوفتوس: «لم يكن الأمر يستهويني حقًّا»، فقد «كنت أجلس في مؤخرة قاعة الحلقات الدراسية، يعتريني الملل، أخطُّ رسائل إلى عمي جو، أو أخيط حاشية ثوبي، أو أفعل أي شيء».

وأخيرًا، أثارت محاضرات علم النفس الاجتماعي اهتمامها، وبدأت تدرس كيفية تخزين معاني الكلمات في الدماغ، وكيف يسترجعها الناس.. لكن كان هناك شيء مفقود. تقول لوفتوس «في أحد الأيام كنت أتناول الغداء مع إحدى بنات عمي»، «وأخبرتها عن اكتشافنا الكبير بأن الناس أسرع إلى تسمية (طائر أصفر اللون) من (طائر أصفر)». وهنا، أشارت ابنة عمها مازحةً ـ غير معجبة ـ إلى إهدار أموال دافعي الضرائب. «عندئذ قررت أنني أريد أن أعمل شيئًا له تطبيقات عملية أكثر».

NATURE.COM
للاطلاع على عرض شرائح وبودكاست عن إليزابيث لوفتوس، انظر:
go.nature.com/8cgujw

كانت لوفتوس تبحث عن طريقة مجدية لدراسة الذاكرة والحصول على تمويل لها عندما أخبرها مهندس سابق من ستانفورد يعمل بوزارة النقل أن مديره ربما كان مهتمًا بتمويل بحث حول حوادث السيارات.

حصلت لوفتوس ـ مقتفيةً أثر ذلك الخيط ـ على التمويل في 1974 لمقترحها حول دراسة روايات الشهود عن الحوادث. وسرعان ما نشرت أول دراسة من ضمن دراسات عديدة مؤثّرة تكشف محدودية شهادات شهود العيان[1]. فقد عَرَضَتْ على الناس مقاطع من فيلم لحوادث سيارات، وطلبت منهم تقدير سرعة السيارات. وجدت لوفتوس أن صياغة الأسئلة كان لها تأثير عميق على هذه التقديرات. فالأفراد الذين سُئِلوا: «كم كانت سرعة السيارات عندما حطّمت بعضها؟» أعطوا تقديرات أعلى في المتوسط من أولئك الذين اسْتُخدِمَ فعل «صدمت» عند سؤالهم. أما الذين قيل لهم إن السيارات «احتكت»، فقد أعطوا أقل التقديرات.

كان الذين سُئِلوا عن تحطم السيارات أكثر ميلًا من غيرهم بمرتين للإبلاغ عن رؤية زجاج مكسور عندما طُرِحَ عليهم السؤال عن الحادث مرة أخرى بعد أسبوع، حتى لو لم يكن ذلك في الفيديو. تقول لوفتوس: «أدركت أن هذه الأسئلة توصِّل معلومات». و«بدأت أفكر في الأمر باعتباره عملية تلويث للذاكرة، وانتهينا إلى تسميته (تأثير المعلومات المضلّلة)».

نشرت لوفتوس عدة دراسات أخرى[2-4] تُظْهِر كيف يمكن تحريف الذكريات، وأنّ قدرة شهود العيان على التعرّف على المشتبه بهم من الصور قد لا تكون موثوقة. فأيّ وصف قد يسمعونه بإمكانه التأثير على مَنْ أو ما يعتقدون أنهم رأوه.

كانت لوفتوس حريصةً على ترجمة هذه النتائج إلى العالم الحقيقي، وبدأت تقدم استشارات للقضايا القانونية لتصبح علاقتها بشهود العيان «وثيقة وشخصية». كانت قضيتها الأولى ـ عن امرأة متَّهمةٍ بقتل صديقها الذي كان يسيء معاملتها ـمرتكزة على ما إذا كانت المرأة قد تصرّفت دفاعًا عن النفس، أم أنها قتلته عمدًا مع سبق الإصرار. لم يتمكن شهود العيان من الاتفاق على الوقت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الذي انقضى بين التقاط المتهمة للبندقية وإطلاق النار عليه: فالبعض قال إنها كانت مسألةَ ثوانٍ، وقال آخرون إنّها دقائق. ألْقتْ لوفتوس بالشك على ذاكرة الشهود، وبُرِّئت المرأة.

وصفت لوفتوس القضية ـ إلى جانب بحثها ـ في مقال نُشِر في 1974 بدوريّة «سيكولوجي توداي»[5]. تقول لوفتوس: «ما إنْ نُشِرَ هذا المقال؛ حتى بَدأْتُ أتلقى مكالمات من كل مكان.. من محامين يريدون مِنِّي أن أعمل لقضايا يتولّونها، وقانونيين محترفين يريدون مني إلقاء محاضرات في اجتماعاتهم».

كانت بعض المحاكمات بالغة الأهمية والشهرة، ومنها تلك التي تتناول السفاحَيْن المعروفَيْن باسم خانقَي جانب التل Hillside Stranglers، ومحاكمة ضباط الشرطة المتّهمين بضرب عامل البناء رودني كينج في 1992. كما استُشيرت لوفتوس في قضيّة تتعلق بطالب شاب بكلية الحقوق يُدعى تيد بندي، الذي كان متَّهمًا بخطف امرأة في عام 1974. وأُدين بندي بذلك، لكنه هرب. وبعد القبض عليه ثانيةً في عام 1978، اعترف في نهاية المطاف بقتل 30 شخصًا.

إن احتمال مساعدة الأفراد المذنبين لا يرعب لوفتوس. تقول لوفتوس: «لم يسبق أن وجدت نفسي في موقف تم فيه تبرئة شخص بسبب شهادتي، ثم مضى يتابع ارتكاب جرائم بشعة». «سيكون شعوري رهيبًا لو حدث ذلك، لكنني مجرد جزء صغير من دعوى قضائية». وتقول إنها غالبًا تتقاضى أتعابًا لقاء عملها كشاهد خبير، تصل إلى 500 دولار في الساعة الواحدة.

نيتا فَرَهاني، أستاذ الأخلاقيات البيولوجية بكلية القانون بجامعة ديوك، دُرهام، نورث كارولاينا، تقول إن نشاط لوفتوس في المحكمة ليس فريدًا، وإن الشهادة لصالح متهمين لا يحظون بتعاطف أمر مهم. وهذا «يُظْهِر أنها تحاول أن تكون نزيهة حقًّا، وأن هدفها هو محاولة تقديم فهم دقيق للعلم، بِغضّ النظر عن شخصية المتورّطين»، حسب قول فرهاني.

ومع ذلك.. رسمت لوفتوس خطًّا فاصلًا بينها وبين بعض المدَّعى عليهم، مثل جون ديميانيوك، الذي وقف في عام 1988 بقفص الاتهام في إسرائيل، باعتباره «إيفان الرهيب»، الحارس الذين كان يشغِّل غرف الغاز بمعسكر اعتقال تريبلينكا في بولندا خلال الحرب العالمية الثانية. لوفتوس، اليهودية، رفضت الإدلاء بشهادةٍ، لأنها قلقت من أنّ ذلك قد يزعج العائلة والأصدقاء.

أدّت هذه القضية بالبعض إلى اتهامها بازدواجية المعايير، لكن تلك الانتقادات كانت معتدلة، مقارنةً بردود الفعل التي ستنطلق لاحقًا حول عملها القانوني الأكثر إثارةً للجدل.

نبش الماضي

في عام 1990، تلقّت لوفتوس مكالمة من محامٍ بكاليفورنيا، يمثل جورج فرانكلين، الذي ادّعت ابنتُه أنها استعادتْ أثناء العلاج ذكرياتٍ عُمْرُها عقودٌ، عن قَتْلِه صديقتها سوزان نيسون. قررت لوفتوس تقديم مشورتها إلى فريق الدفاع. تقول لوفتوس: «اعتقدتُ أن الأمر مريب جدًّا، وبدأتُ أبحثُ في الأدبيات». ووجدت بحثًا قليل الإقناع يدعم الفكرة القائلة إنّ الذكريات الصادمة يمكن قَمْعُها لسنوات.

وأُدين فرانكلين رغم شهادتها؛ وأمضى خمس سنوات في السجن قبل أن تُراجِع محكمة الاستئناف القضيّة، ثم تُلْغي إدانته، وسط شكوك حول تصريحات ابنته.



BRAD SWONETZ/REDUX/EYEVINE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

شهدت المحاكم صعودًا في القضايا المرفوعة استنادًا إلى ذكريات الطفولة المُسْتَعادة، المدعومة جزئيًّا بكتب رائجة واتهامات شغلت الرأي العام. أخذت لوفتوس تتساءل عمّا إذا كان ممكنًا اختلاق ذكريات معقّدة معقولة. تقول لوفتوس: «أردتُ أنْ أرى إنْ كان بإمكاننا غرس ذاكرة غنيّة لحدث مُختلَق برمّته». في النهاية خطرتْ ببالها فكرة وهي تقود سيارتها، متجاوزةً مركزًا للتسوق.

لدى عملها مع الطالبة جاكلين بيكريل، اختارت لوفتوس 24 شخصًا، وبالتعاون مع أعضاء أُسَرِهِم، قدمت لهم أربع روايات مفصّلة لأحداث من طفولتهم. ثلاثة من هذه الأحداث وقعت بالفعل، لكن الحدث الرابع ـ قصة مثيرة عن الضياع بمركز تجاري كبير ـ تم اختلاقه بشكل كامل بواسطة لوفتوس، وأكده أقارب المشاركين. أكّد رُبْع المشاركين أنهم يتذكرون الحادثة المختلقة[6].

ساحة معركة

أصبحت لوفتوس مقتنعة بأنّ المعالجين النفسيين يمكنهم ـ بقصد حسن، ودون تعمُّد ـ غرس ذكريات زائفة في عقول المرضى. وأدّت شهاداتها اللاحقة إلى نزاع بين معالجين نفسيين اعتقدوا أن مرضاهم يستعيدون ذكريات مفقودة، وباحثين اعتقدوا أن أمرًا آخر يجري على قدم وساق. وفي محاولة لتسوية «حروب الذاكرة» هذه، أصدرت جمعية علم النفس الأمريكية (APA) تكليفًا بوضع تقرير خبراء حول الموضوع، يكتبه ثلاثة باحثين في الذاكرة، بينهم لوفتوس، وثلاثة متخصصين في علم النفس الإكلينيكي.

لم تتوصل المجموعتان إلى اتفاق، وانتهى كل فريق إلى وضع تقرير منفصل. و«سبب الأمر استقطابًا شديدًا»، حسب قول ستيفن سَسي، أستاذ علم النفس التطوري بجامعة كورنيل في إيثاكا، نيويورك، وعمل مع لوفتوس بأحد التقارير.

يضيف سَسي: «هناك طرق يمكنها استرجاع ذكريات صادمة لأحداث حقيقية بعد دفنها سنوات، لكن بدون أدلّة دامغة.. يستحيل التمييز بين ذكريات زائفة وأخرى حقيقية في المحكمة». لذلك، يمكن أن تمضي بعض ادعاءات إساءة المعاملة بمرحلة الطفولة دون تبرير بسبب شهادة لوفتوس، وهذا ما سبّب لها عداء كثيرًا.

بدأ روس تشيت ـ عالِم السياسة بجامعة براون في بروفيدنس، رود أيلاند ـ «مشروع الذاكرة المستعادة» في 1995 لتوثيق ما يقول إنه نقاش أحادي الجانب والردّ عليه. هناك الآن أكثر من 100 حالة موثّقة لذاكرة مستعادة على موقعه بالإنترنت (http://blogs.brown.edu/recoveredmemory)، حسب قول تشيت، من بينها قضايا استُشيرَت فيها لوفتوس.

يقول تشيت: «غالبًا ما تكون لوفتوس في الجانب الخاسر، وأحيانًا تكون مخطئة بطريقة مذهلة». ويضيف قائلًا إن شهاداتها قد تلحِق ضررًا نفسيًّا بالضحايا. «إذا كنتَ تقول لشخص ما إنك تعتقد أن ذكرياته زائفة، عندما يكون لديه أدلة تعزِّز تعرُّضه لمعاملة سيئة، فالأمر مؤذٍ».

لا تعتقد لوفتوس أن موقع تشيت يعزّز الذكريات المستعادة. وتقول: «قد تكون لديه حالات لأفراد لم يفكروا فيما تعرضوا له من إساءة لبعض الوقت، وذُكِّروا بها، لكن بالنسبة لقَمْع فعلي، فلا». وتضيف: «أتضاءل إزاء فكرة إيذاء ضحايا حقيقيين، لكنْ لَدَى اتهام شخص بريء، ستكون لدينا مجموعة جديدة كاملة من الضحايا، وأنا أشعر بالرعب عند إصدار حكم على شخص بريء أكثر من تبرئة شخص مذنب».

إنّ شهاداتها وأبحاثها المتعلّقة بالذكريات المستعادة وتّرت علاقاتها المهنية. فقرب نهاية 1995، قدّمت امرأتان شكاوى رسميّة ضد لوفتوس لدى جمعية علم النفس الأمريكية. كانت لين كروكس، وجنيفر هولت قد كسبتا دعاوى مدنية في قضايا تتعلق بذكريات مستعادة للتعرض لاعتداء جنسي في مرحلة الطفولة، وادَّعت كلتاهما أن لوفتوس قد شوّهت حقائق قضيتيهما في مقالات ومقابلات. قدّمت لوفتوس استقالتها من جمعية علم النفس الأمريكية، ويَعتقِد النقّاد أنها أثارت زوبعة شكاوى؛ وغادرت قبل إجراء تحقيق رسمي، لكن لوفتوس تبرر استقالتها بخلافات سياسية، قائلة إنها لم تكن على علم بأيّ شكوى آنذاك.

في 1997، بدأت لوفتوس وعدد من الزملاء في سبر غور حالة دراسية منشورة تصف امرأة مجهولة الهويّة، «جين دو»، استعادت كما يبدو ذاكرة مكبوتة عن إساءة المعاملة في الطفولة[7]. ووجد الباحثون معلومات تُلْقِي بظلال الشك على إفادتها، لكنْ قبل التمكن من النشر، اتصلت دو بجامعة واشنطن في سياتل، حيث تعمل لوفتوس آنذاك، واتّهمت فريق العمل بانتهاك خصوصيتها.

عندئذ صادرت الجامعةُ ملفات لوفتوس، ووضعتها قيد التحقيق لمدة عامين تقريبًا ومنعتها من النشر. وفي النهاية، بُرِّئت ساحتها، ونشرت عملها[8] في 2002. في السنة التالية، رفعت دو دعوى قضائية ضد لوفتس ومعاونيها بتهمة الاحتيال، وانتهاك خصوصيتها، والتشهير بها، والتسبّب في إصابتها بكرب عاطفي.

كان ذلك في وقت انتقلت فيه لوفتوس إلى جامعة كاليفورنيا في إرفاين. وكانت قضية جين دو قد وصلت إلى تسوية في نهاية الأمر في 2007، عندما رفضت محكمة كاليفورنيا العليا كافة التهم، عدا واحدة فقط، ووافقت لوفتوس على دفع تسوية إزعاج بلغت 7500 دولار. تقول لوفتوس: «كانت فترة عصيبة، لكنني لا أستطيع القول إنها كانت ضارة إجمالًا».

انتقل عملها لاحقًا من محاولة التأثير على حالات فردية إلى الضغط لأجل تغييرات أوسع في النظام القانوني. وقد عملت لوفتوس مع جينين تُرجِن، قاضي المحكمة بولاية بنسلفانيا؛ لوضع مجموعة من المبادئ التوجيهية المماثلة لتلك التي وُضعت بولاية نيوجيرسي في السنة الماضية. وهي تعليمات للمحلّفين بأن الذاكرة «ليست مثل تسجيل فيديو»، وتطلب منهم أن يضعوا في اعتبارهم عوامل عديدة يمكنها تغيير الذكريات، كوجود السلاح، الذي يمكن أن يلفت الانتباه بعيدًا عن وجه الجاني.

> «بدأت أفكر في الأمر باعتباره عملية تلويث للذاكرة»

تقول فرهاني: «يمكن لهذا أن يصبح مهمًّا حقًّا». فـ«استخدام الأبحاث العلمية المتطورة لتقويض فكرة ثبات ودقة الذاكرة كما يعتقدها الناس، يمكن أن يساعدنا حقًّا للوصول إلى حيث نتمكن من تقصِّي الحقائق بشكل أفضل في القضايا الجنائية»، حسب قول فرهاني.

ترغب لوفتوس بتحقيق المزيد. فكل مرحلة من العملية القانونية—بدءًا بالتعرّف على المشتبه بهم وسؤالهم وحتى استجواب شهود العيان في قاعة المحكمة—تبقى عرضة للخطأ. ففي طابور عرض المشتبه بهم على الضحايا مثلا، يمكن لضباط الشرطة أن يؤثروا في عملية التعرّف، لكن يمكن تجنب هذا لو أدار طابور العرض شخص لا يعرف هويّة أبرز المشتبه بهم (انظر: *Nature* **453**, 442-444; 2008). تقول لوفتوس: «أودّ أن أرى هذا الأمر موضوعًا قيد التنفيذ، وأن أستمر في تعليم الناس طريقة عمل الذاكرة».

السيطرة على العقل

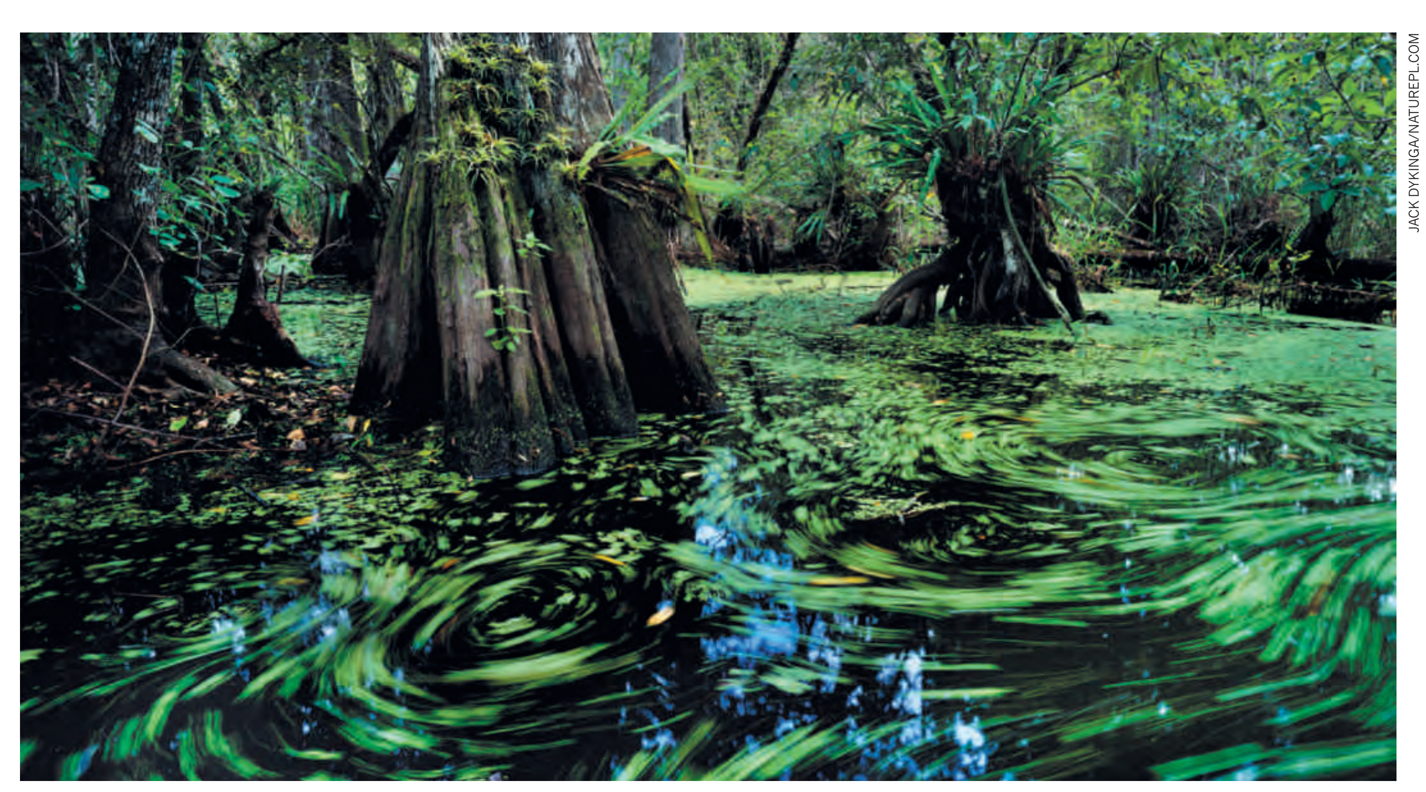
في هذه الأثناء، انتقلت أبحاث لوفتوس إلى منطقة جديدة مثيرة للجدل.. فمع استيعاب درس إمكانية تصنيع الذكريات، بحثت دراسة إمكانية استخدام تلك الذكريات لتعديل السلوك[9,10]. تقول لوفتوس: «أظهرنا إمكان غرس ذكريات إصابة بالمرض، بسبب تناول أطعمة معينة في الطفولة»، «ويمكننا حمل الناس على التفكير بأن شرب الفودكا يصيبهم بالغثيان؛ فيحجمون عن شرب الكثير منها لاحقًا».

لا دليل على أن أيًّا من هذه الأفكار يمكن نقلها بنجاح من المختبر إلى العالم الحقيقي. ولو أمكن ذلك، ستمثل انتهاكًا لقواعد السلوك العلاجي، وربما أدت إلى عواقب غير متوقّعة. تقول جودي إليس، خبيرة الأخلاقيات العصبية بجامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر، كندا: «الكذب على الأطفال منحدر زلق، يشعرني بعدم الارتياح». «ألا يمكننا تغيير سلوكهم بطريقة إيجابية، بدلًا من استخدام الخدعة؟»، لكن لوفتوس تستبعد هذه المخاوف، مشيرةً إلى أنه حتى لو لم يتمكن المعالجون من القيام به، فإن الوالدين قد يرغبون فيه. تقول لوفتوس: «يكذب الوالدان على أطفالهم طوال الوقت، حول سانتا كلوز (بابا نويل)، وجنيّة الأسنان. هل تفضِّل ألّا يكون طفلك بصحة جيدة، أم أنْ يكون بصحة جيدة مع بضع ذكريات زائفة؟». ■

محبّ قسطندي كاتب حُرّ في مجال العلوم، مقيم في لندن.

1. Loftus, E. F. & Palmer, J. C. *J. Verb. Learn. Verb. Behav.* **13,** 585–589 (1974).
2. Loftus, E. F. *Cognitive Psychol.* **7,** 560–572 (1975).
3. Powers, P. A., Andriks, J. L. & Loftus, E. F. *J. Appl. Psychol.* **64,** 339–347 (1979).
4. Loftus, E. F. & Greene, E. *Law Hum. Behav.* **4,** 323–334 (1980).
5. Loftus, E. F. *Psychol. Today* **8,** 116–119 (1974).
6. Loftus, E. F. & Pickrell, J. E. *Psychiat. Ann.* **25,** 720–725 (1995).
7. Corwin, D. L. & Olafson, E. *Child Maltreat.* **2,** 91–112 (1997).
8. Loftus, E. F. & Guyer, M. J. *Skeptical Inquirer* 26.3 (2002). Available at go.nature.com/pr8jxp.
9. Bernstein, D. M., Morris, E. K., & Loftus, E. F. *Soc. Cognition* **23,** 11–34 (2005).
10. Clifasefi, S. L., Bernstein, D. M., Mantonakis, A. & Loftus, E. F. *Acta Psychol.* **143,** 14–19 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



JACK DYKINGA/NATUREPL.COM

منطقة الأراضي الرطبة الفريدة بفلوريدا تستحق الحماية البيئية، بالرغم من ضعفها الشديد في وجه التغير المناخي.

لا يجب أن يُنَحِّي التغييرُ المناخي أهدافَ المحافظة على البيئة جانبًا

قد لا تكون إعادةُ تشكيل أولويات المحافظة على البيئة ـ اعتمادًا على التغير المناخي ـ مفيدةً، بل قد تكون ضارة، وذلك وفق أقوال **مورجان و. تِنْجِلي**، و**لِيندون د. إستيس**، و**ديفيد س. وِيلكوف**.

أعلنت الولايات المتحدة في شهر مارس الماضي عن استراتيجيتها الوطنية للحفاظ على البيئة في مواجهة التغير المناخي. الهدف الأول للاستراتيجية الوطنية للتأقلم المناخي للأحياء البحرية وللحياة البرية والنباتات هو «المحافظة على المَوَاطن الطبيعية لدعم التجمعات السَّمَكيّة، ودعم الحياة البرية والنباتات في ظل مناخ متغير». وتحذِّر الاستراتيجية من إعطاء الأولية للحفاظ على أنواع معينة على حساب أنواع أخرى، لأن هذا قد يعني فوز بعض الأنواع، وخسارة البعض الآخر. أما في أوساط المحافظة على البيئة، فهناك تيار صاعِد لتَقَبُّل فكرة التخلي عن حماية عديد من الأنواع والتجمعات والأنظمة البيئية الأكثر عرضة لخطر الانقراض من جرّاء التغير المناخي[1].

رغم أنه من المتوقع أنْ يتسبب التغير المناخي في الكثير من الضرر للتنوع الحيوي ـ مثلما هو حاصل بالفعل في أماكن عديدة ـ فمن الصعب توقُّع تأثيراته الفعلية. في الوقت ذاته، هناك العديد من المخاطر المفهومة بشكل أوضح، ولها تأثير مباشر، أهمها التدمير المباشر للمَوَاطن الطبيعية؛ حيث يدفع هذا بشتى الأنواع إلى الانقراض.

ولعل أفضل ردّ فعل للاحتباس الحراري.. ليس التغلب على تَرَاجُع منتظر، وحماية الأقوى، لكن التعامل مع التغير المناخي باعتباره إحدى مجموعة مشكلات، يجب التعامل مع كل واحدة منها بمهارة؛ بهدف المحافظة على التنوع الحيوي. وفي بعض الأحيان، قد يكون التغير المناخي هو الخطر الذي يستدعي إجراءات عاجلة؛ وفي أحيان كثيرة لا يستدعي تلك الإجراءات[2].

تحيُّز للمناطق الجبلية

في المنشورات الكثيرة والمتزايدة حول حماية البيئة والتغير المناخي، تجد الكلمة الذهبية هي «المرونة»، حيث يأمل العاملون في مجال الحفاظ على البيئة اتخاذ إجراءات، من شأنها مساعدة الكائنات الحية ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والأنظمة البيئية على اكتساب القدرة على التعايش في عالم أكثر دفئًا وتقلّبًا.

ولأنه من الصعب التنبؤ بمرونة أجناس محددة تجاه التغير المناخي، اقترح الباحثون إعطاء الأولوية للأقاليم المتوقع استقرارها مناخيًّا في المئة عام القادمة[3]. يُذكَر أنه في السنوات الخمس الماضية، قام العلماء برسم خرائط عالمية وإقليمية لسرعة التغير المناخي؛ بهدف تحديد تلك المناطق[4].

تشير سرعة التغير المناخي إلى مدى سرعة (على سبيل المثال.. عدد الكيلومترات في العام) وفي أي اتجاه تتغير الحرارة خلال مساحة ما. وتشير حسابات السرعة إلى أنه في ظل مناخ متغير، تكون المناطق ذات الطبوغرافيا المتباينة، كالجبال، أكثر استقرارًا من المناطق الأقل تعقيدًا، مثل الأراضي المسطحة. ففي المناطق الجبلية، هناك طيف واسع من مختلف درجات الحرارة في مساحة صغيرة نسبيًّا. وبالتالي، فإن المسافة التي يحتاج أن يقطعها كائن ما ليبقى في درجة حرارة ثابتة في مناخ متغيِّر داخل مدينة لها تضاريس وعرة هي أقصر من مثيلتها في بقعة مستوية.

يكمن قلقنا تجاه استعمال قياسات معينة ـ كسرعة التغير المناخي ـ لتحديد أولويات المحافظة على البيئة، خوفًا من أنْ يتضح عدم فاعليته، أو ربما يكون أكثر ضررًا، آخذين بعين الاعتبار انعدام المعرفة حول كيفية تعامل الكائنات مع التغير المناخي مستقبلًا. فمن الممكن أن تعطي التقارير المطولة انطباعًا بأن الكائنات تتجه بشكل منظم إلى الارتفاعات العالية؛ تماشيًا مع ارتفاع متوسط درجة الحرارة[5]، لكن محاولة التوصل إلى نموذج متوسط عام لسلوك الأنواع المختلفة، بهدف تحديد نمط معين، قد يكون نفعها ضئيلًا في التنبؤ بما قد يحدث بالفعل في أي موقع.

في الواقع، كلما راقب العلماء عن قُرْب كيفية تعامل الأنواع المختلفة لكوكبنا مع درجة حرارته المتزايدة؛ زاد عدد المفاجآت المكتَشَفة[6]. على سبيل المثال.. هناك 51% من أنواع الطيور في جبال سيّرا نيفادا كاليفورنيا انتقلت إلى مرتفعات أعلى في الفترة ما بين 1911 و2009، بالرغم من ارتفاع متوسط درجة الحرارة بمعدل 1-2 درجة مئوية في تلك الفترة. وبالنسبة إلى بقية الأنواع، فإمّا أنها انتقلت إلى مستويات أقل انخفاضًا، أو لم تتحرك من أماكنها.

إن تحديد أولويات حماية البيئة، استنادًا على مرونة منطقةٍ ما في التأقلم مع الاحتباس الحراري، وبالتالي إعطاء أولوية الحماية للمناطق الجبلية، من شأنه أن يهدِّد التنوع الحيوي في المناطق المستوية. وبشكل عام، تكون الأنظمة البيئية بالأراضي المستوية في حاجة ماسّة إلى الحماية من تلك التي تكون في المناطق الوعرة؛ فالمتنزهات الوطنية ـ على سبيل المثال ـ معظمها في المناطق الجبلية، لأنّ هذه المناطق غير مناسبة للزراعة والرعي[7].

إن إعطاء الأولوية لحماية منطقة بيئيًّا، بناءً على مرونتها المتوقعة على المستوى المحلي أو القاري، قد يعني تفضيل الجبال الصخرية، وجبال الأنديز المرتفعة، أو جبل كينيا على أراضي فلوريدا الأسطورية الرطبة، وغابة «سيرادو» بالبرازيل، أو السافانا بأفريقيا. على الرغم من احتواء المناطق المتنوعة طوبوغرافيًّا على عدد أكبر من الأنواع في وحدة المساحة، مقارنةً بالأراضي المستوية، إلا أن عديدًا من مناطق الأراضي المستوية على مستوى الأهمية نفسه للأنواع المتوطنة. فعلى سبيل المثال.. تحتل غابة «سيرادو» البرازيلية مساحةً تزيد على مليوني



غابة «السيرادو» بالبرازيل هي سافانا استوائية، تحتوي على واحدة من أغنى التجمعات النباتية الموجودة في العالم.

كيلومتر مربع، وتشتمل على أغنى تَجَمُّع نباتي متوطن في العالم. ومع ذلك.. فإن نسبة 2% منها تقريبًا هو المحميّ حاليًّا، وتمّت إزالة نحو نصف المساحة الكلية؛ لِتُعَدّ للزراعة[8،9].

التعامل مع جميع الأخطار

حتى نمضي قدمًا إلى الأمام، لا بد للعاملين في مجال الحفاظ على البيئة مِن أَخْذ جميع الأخطار التي يواجهها التنوع الحيوي بعين الاعتبار، وذلك عند اتخاذ قرارات بشأن اختيار أي الأنواع أو المَوَاطن الطبيعية أو المناطق التي تجب حمايتها، ويجب تجنب الاعتقاد بأنّ بعض الأخطار أهم من غيرها. فعلى سبيل المثال.. في أيّ محميّة، يجب تقييم وزن كل تهديد محتمَل حسب الخطر الذي يشكله، مع اعتبار كُلٍّ لشدته، وإمكانية عكس تأثيره، وتأَصُّله، وسرعته، واحتمال حدوثه.

لا شك أن البحث عن طرق لدمج هذه العوامل لتصميم مقياس مُجْدٍ يظل تحديًا هائلًا. وهناك العديد من الوسائل المتاحة للعاملين في مجال الحفاظ على البيئة؛ من أجل إدخال التغيرات المناخية غير المحددة في معادلة تحديد الأولويات، لكن حتى الآن، لا يوجد اتفاق حول كيفية مقارنة خطر التغير المناخي المقبل بالمخاطر الحالية الأكيدة، كالتغير في استعمال الأراضي. إن تصميم نهج ثابت لتحديد الأولويات يجب أن يكون الهدف الأساسي. ومن الممكن أن تكون اللائحة الحمراء للأنواع المهدَّدة بالانقراض ـ الموضوعة من قِبَل الاتحاد الدولي لحماية البيئة ـ نموذجًا جيدًا، لأنها تدرس خطر مهدِّدات عدة.. من التلوث، حتى خطر الأنواع الغازية.

في الوقت نفسه، هناك طرق عديدة لتمكين العاملين في مجال الحفاظ على البيئة من تجنُّب الإفراط في تقدير المهدِّدات البيئية. وحينما يصبح بالإمكان تحديد نسبة عدم التأكد المرتبطة بخطر معين- على سبيل المثال.. انخفاض كمية الأمطار بنسبة 20% بحلول عام 2050 - سنستطيع إدخاله في مخططات الأولويات. وفي حالات أخرى، يمكن استخدام نماذج تتوقع مخطَّطَ أولويات مثاليًّا بصورة متكررة، مع إدخال المهدِّدات المختلفة في الحسبان، أو استبعادها. إن إسناد الأولويات إلى نتائج مستقاة من عدة نماذج، كُلٍّ بمقاييسه المختلفة، لا بد أن ينتج عنه نظام ذكي للحفاظ على البيئة.

بالأخذ في الاعتبار الصورة التي طالما تولَّدت من دراسات وتقارير معينة ـ مثل التقرير الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعنيّ بتغيُّر المناخ ـ ليس من المفاجئ أن يشعر العاملون في مجال الحفاظ على البيئة بالحاجة إلى تغيير مسار التعامل مع خطر التغير المناخي. وبالفعل قد يجادل البعض بأنه لا توجد أيّ فائدة من حماية أحد الأنواع من مخاطر مباشرة، عندما تكون قدرتها على البقاء على المدى الطويل موضع شك. وإذا لم يقم المخططون البيئيّون باستعمال الموارد بصورة فعّالة لزيادة حماية التنوع الحيوي والمَوَاطن الطبيعية من المهدِّدات الحالية، قد لا يتبقى إلا القليل لحمايته من تأثيرات الاحتباس الحراري خلال 50 إلى 100 عام من الآن. ■

مورجان و. تنجلي، و**ليندون د. إستيس** يعملان في معهد وودرو ويلسون، جامعة برنستون، برنستون، نيوجيرسي 08544، الولايات المتحدة. **ديفيد س. ويلكوف** يعمل في معهد وودرو ويلسون، وقسم علوم البيئة وعلم الأحياء التطوري في جامعة برنستون.
البريد الإلكتروني: mtingley@princeton.edu
lestes@princeton.edu; dwilcove@princeton.edu

1. Hagerman, S., Dowlatabadi, H., Satterfield, T. & McDaniels, T. *Global Environ. Change* **20,** 192–207 (2010).
2. Jetz, W., Wilcove, D. S. & Dobson, A. P. *PLoS Biol.* **5,** e157 (2007).
3. Game, E. T., Lipsett-Moore, G., Saxon, E., Peterson, N. & Sheppard, S. *Global Change Biol.* **17,** 3150–3160 (2011).
4. Loarie, S. R. *et al. Nature* **462,** 1052–1055 (2009).
5. Chen, I.-C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B. & Thomas, C. D. *Science* **333,** 1024–1026 (2011).
6. Tingley, M. W., Koo, M. S., Moritz, C., Rush, A. C. & Beissinger, S. R. *Global Change Biol.* **18,** 3279–3290 (2012).
7. Joppa, L. N. & Pfaff, A. *PLoS ONE* **4,** e8273 (2009).
8. Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. & Kent, J. *Nature* **403,** 853–858 (2000).
9. Silva, J. F., Farinas, M. R., Felfili, J. M. & Klink, C. A. *J. Biogeogr.* **33,** 536–548 (2006).



تسهم مصانع الفولاذ وصناعات ثقيلة أخرى في مضاعفة انبعاثات الكربون في مقاطعة منغوليا الداخلية، بينما يتم استهلاك المنتجات في المناطق الأكثر رفاهية في الصين.

خريطة طريق منخفضة الكربون للصين

يمكن أن تؤدي إعادة التدوير، والطاقة المتجددة، وإعادة تنشيط سوق الطاقة إلى أن تجعل الصين تقود العالم في التنمية منخفضة الكربون، كما يقول **زهو ليو** وزملاؤه .

تُعتبَر الصين مصدرًا رئيسًا للانبعاثات الكربونية ذات المنشأ البشري، وكذلك ساحة مهمة لمشاريع التخفيف من هذه الانبعاثات. ولكونها المستهلك الرئيس للطاقة في عام 2012، تلتهم الصين أكثر من نصف كميات الفحم الحجري المنتَج في العالم، التي قامت على إثرها بإطلاق حوالي ربع كميات الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون في عام 2011، وحوالي 80% من نسبة الزيادة العالمية في هذه الانبعاثات منذ عام 2008 (المرجع 1).

ولمواجهة ضغوط دولية للحث على تقليص انبعاثات الكربون، بالإضافة إلى الطلب المتزايد على إمدادات الطاقة الأحفورية في السوق المحلي، ومستويات عالية من تلوث الهواء، بدأت الصين في تطبيق استراتيجية وطنية جريئة؛ لحفظ الطاقة، والتخفيف من انبعاثات الكربون. وقد خطَّطت الصين لتقليل كثافتها الكربونية لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 55-60% من مستوياتها المرجعية في عام 2005، وذلك حتى حلول عام 2020.

من الممكن تحقيق هذا، إذا أصبحت الصين دولة ذات اقتصاد منخفض الكربون. وفي حال وجود تنظيم تشريعي صارم، نعتقد أنّ شهية الطاقة في الصين قد تدفع نحو تطوير واستخدام تكنولوجيا منخفضة الكربون؛ تجعل منها رائدة على المستوى الدولي. وهنا نقوم بتحديد التحديات الرئيسة أمام هذا التحول، ونقترح استراتيجية من خمسة محاور؛ لدفع الصين نحو مسار منخفض الكربون.

أولًا: على الصين أن تتحول بعيدًا عن استخدام الفحم الحجري، وتدعم إعادة التدوير والطاقة المتجددة. ثانيًا: يجب أن ترتبط مؤشرات تخفيف الانبعاثات ـ مثل كفاءة الطاقة ـ بالمخرجات الفيزيائية (مثل كمية أطنان إنتاج الحديد)، بدلًا من النمو الاقتصادي. ثالثًا: يجب تحقيق التوازن بين الطلب والإمدادات الخاصة بالطاقة على المستوى الإقليمي في الصين. رابعًا: يجب أن ترتبط أسعار الطاقة بأدوات السوق، بدلًا من تحديدها مباشرة من قبل السلطات. وخامسًا: يجب أن تقوم الصين بتخفيف تلوث الهواء، جنبًا إلى جنب مع تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

لقد حققت الصين تقدمًا كبيرًا في تخفيف انبعاثات الكربون في العقد الماضي. وفي خطتها الخمسية الحادية عشرة (2006-2010) حددت الحكومة أهدافًا لتخفيض كثافة الطاقة (كمية استهلاك الطاقة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي) بمعدل 20% على امتداد كافة المقاطعات بحلول عام 2010. وتم إغلاق الآلاف من محطات الطاقة ضعيفة الكفاءة؛ من أجل تحقيق تلك الأهداف[2]؛ مما أدى إلى تقليل انبعاث 750 مليون طن من الفحم، وحوالي 1.5 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون (5% من مجمل الانبعاثات العالمية في عام 2010).

أما الخطة الخمسية الثانية عشرة (2011-2015)، فقد وضعت هدفًا لتخفيض 16% من كثافة الطاقة، و17% من كثافة الكربون، كما تم تحديد أهداف مُلْزِمَة لكل مقاطعة. وسوف يؤدي تنفيذ هذه الأهداف إلى توفير 1.4 مليار طن من الفحم الحجري، وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بأكثر من 3 مليار طن (حوالي 60% من الانبعاثات التي حدثت في الولايات المتحدة في عام 2010). ونتيجة لذلك.. سوف تتراجع أيضًا مستويات تلوث الهواء.

تحديات أمام مسار منخفض الكربون

تبقى هناك تحديات كثيرة أمام التخفيف من استخدام الطاقة الأحفورية، وتقليل الانبعاثات مع ضمان الاستمرار في تحقيق النمو الاقتصادي. ورغم أنّ ثلثي المقاطعات الصينية أوفت بالتزاماتها المتعلقة ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بكثافة الطاقة للسنوات 2006-2010، إلا أنّ كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المستوى الوطني العام ازدادت بنسبة 50% مع نمو الاقتصاد[3]. وتم تحقيق أهداف تخفيض كثافة الاستخدام مع التوسعة الكبيرة في حجم الإنتاج. فعندما يصبح الضغط للوصول إلى هذه الأهداف كبيرًا إلى درجةٍ تجعل بعض المقاطعات تطبِّق سياسة قطع التيار الكهربائي بشكل مبرمج، تتجه عدة مصانع إلى استخدام الديزل ضعيف الكفاءة في إنتاج الطاقة. وقد أدى هذا إلى تناقص كبير في كميات الديزل في عام 2010.

كان الدافع الأساسي وراء النمو الاقتصادي الصيني وزيادة الانبعاثات الكربونية منذ عام 2002 هو قطاع البنية التحتية. ونتيجة لهذا.. يعتمد الاقتصاد على صناعات كثيفة الكربون (انظر: «النمو الاقتصادي»). ومنذ عام 2005، وحتى عام 2011 نمت صناعات صينية كثيرة بشكل أسرع من الناتج المحلي الإجمالي الذي ارتفع بنسبة 87%، حسب الأسعار الثابتة في عام 2005. ونما قطاع إنتاج الطاقة بالمحطات الحرارية بنسبة 90%، وقطاع إنتاج الحديد والصلب بنسبة 135%، والإسمنت بنسبة 96%، وإنتاج المَرْكَبات بنسبة 223% (المرجع رقم 4). وفي عام 2008 زاد النمو أيضًا، بعد أنْ بدأت الصين في تنفيذ خطة تحفيز اقتصادي بقيمة 600 مليار دولار، تم تخصيص 85% منها للبنية التحتية. وحاليًا تنتج الصين النسبة العالمية الأعلى من الحديد الخام (45%)، والإسمنت (60%)، والألومنيوم الأوَّلِي (44%)، وفحم الكوك (64%)، والفحم الحجري (50%). ويتم استهلاك كل هذه المنتجات تقريبًا في السوق المحلي.

يتم التعبير عن أهداف الطاقة وكثافة الانبعاثات في الصين من خلال نسبة استخدام الطاقة إلى الناتج المحلي الإجمالي. وبناء على ذلك.. هناك طريقتان لتحقيق تلك الأهداف، أولاهما: تحسين المعدات والعمليات الصناعية؛ من أجل استخدام كميات أقل من الطاقة، ولتقليل مستويات الانبعاثات، وثانيهما: من خلال زيادة وتوسعة حجم الإنتاج؛ وبالتالي دعم الناتج المحلي الإجمالي. وقد أسهمت الاستراتيجيتان ـ وخاصة توسعة حجم الإنتاج ـ في تحسين كثافة استهلاك الطاقة في الصين، لكنها تسببت أيضًا في كميات أكبر من الانبعاثات بشكل عام. وعلى سبيل المثال.. حَسَّنَتْ محطات الطاقة الصينية العاملة على الفحم من كثافة الطاقة بنسبة 10% منذ عام 2002، حتى عام 2009، لكنْ بسبب زيادة حجم الإنتاج؛ زادت كميات انبعاثات الكربون من هذا القطاع بحوالي الضعف[4].

ربما تسهم الأهداف المطروحة حاليًا لتخفيض الانبعاثات في تعظيم حالة عدم المساواة التنموية بين المقاطعات المختلفة، عن طريق تحويل تكاليف إجراءات التخفيف من المقاطعات الثرية إلى الفقيرة. تعتمد أكثر المقاطعات الصينية فقرًا على صناعات كثيفة الطاقة، مثل الإسمنت، والفولاذ، وتتميز بوجود نِسَب انبعاثات لكل فرد تقترب من تلك النِّسَب التي في الولايات المتحدة (انظر: الانبعاثات الصينية). ومن أجل دعم النمو الاقتصادي؛ تم تخصيص أهداف تخفيض قليلة لهذه المقاطعات، لكنّ معظم منتجات هذه المناطق الفقيرة يتم استهلاكها في المناطق الأكثر ثراءً[5].

على سبيل المثال.. كانت حوالي 20% من انبعاثات الكربون في مقاطعة منغوليا الداخلية الفقيرة في شمال الصين ناجمةً عن كميات الكهرباء التي يتم تصديرها إلى المقاطعات الأخرى. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن ثلثي الحديد المعالَج في المقاطعة، ونصف إنتاج المواد الكيماوية، وحوالي 43% من إنتاج الإسمنت فيها يتم نقله إلى المقاطعات الأخرى على الساحل.

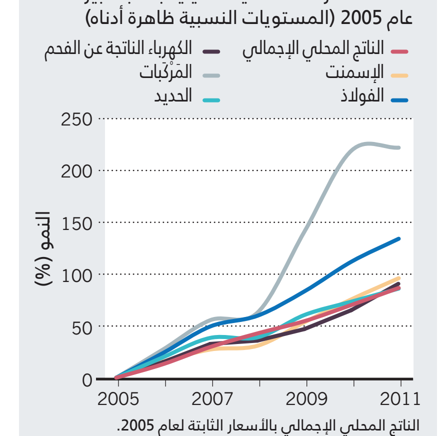
تستورد بكين وشانجهاي حوالي 70%، و33% ـ على الترتيب ـ من الكهرباء التي تستهلكها كل مدينة منهما[6]. وبهذه الطريقة تتجنب المدينتان إصدار انبعاثات بكمية 50 مليون طن، و38 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون، على التوالي. وإذا ما تم توزيع كميات الانبعاثات من كل مقاطعة، وكذلك الكميات الموجودة في الترتيبات التجارية بين المقاطعات إلى المستهلك النهائي، فإن مقاطعة منغوليا الداخلية سوف تنجح في تجاوز التزاماتها المحددة لتقليص الانبعاثات بنسبة 40% في عام 2010، بينما ستفشل بكين وشانجهاي في تحقيق ذلك.

يتسبب عدم نضوج الشبكة الوطنية للكهرباء في الصين في حدوث انقطاعات متعددة للكهرباء، والعديد من مظاهر عدم الكفاءة. ولا تزال عدة محطات طاقة جديدة غير متصلة مع الشبكة الوطنية، بسبب ضعف التنسيق بين السلطات المحلية والمؤسسة الرسمية المسؤولة عن الشبكة الكهربائية في الصين التي تقوم ببناء وإدارة كل الشبكات في الدولة. ويبقى حوالي ثلث إنتاج الكهرباء في منغوليا الداخلية (حوالي 100 مليار كيلووات في الساعة) غير مستخدَم في كل سنة، نتيجة هذا الخلل.

ولأنّ أسعار الوقود ـ مثل الفحم ـ تتحدد وتتغير حسب السوق، بينما تبقى أسعار الكهرباء ثابتةً من خلال الحكومة المركزية، تقوم محطات الوقود بإبطاء الإنتاج عندما ترتفع أسعار الوقود. ويُعتبَر هذا الأمر ممارسةً بعيدة عن الكفاءة، وتؤدي إلى الانقطاعات الكهربائية. وفي عام 2010 قامت الصين بإنتاج نصف قدرتها الكهربائية الحقيقية، التي تصل إلى 6220 مليار كيلووات في الساعة.

القفز نحو طاقة منخفضة الكربون

يمكن إزالة الكربون من الاقتصاد الصيني فقط في حالة تخفيض الطلب على الوقود الأحفوري، وبالتالي تخفيف الانبعاثات. ويمكن لإعادة تدوير المواد المستخدمة في الإنشاءات أن تسهم في تخفيض كثافة استهلاك الطاقة بنسبة 90%. فقد قامت الصين بإعادة تدوير 70 مليون طن من مخلفات الحديد في عام 2008، حيث يمكن لهذه المخلفات أن تستبدل 80% من خام الحديد كمورد لإنتاج الحديد الأوَّلِي بحلول عام 2050 (المرجع رقم 7). وهناك حاجة إلى خطط لتشجيع «التعدين الحضري» لمخلفات الحديد، وتبادُل المنتجات الثانوية بين المقاطعات بعضها البعض.



تقود الصينُ العالَمَ في مجال الطاقة المتجددة.. فلقد استثمرت 68 مليار دولار في عام 2012، وهي نسبة أكثر من خُمْس مجموع الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة في تلك السنة. ووصلت القدرة المركَّبة للطاقة المتجددة في الصين إلى 300 جيجاوات في عام 2011، وهي أكبر مرتين من القدرة المركَّبة في الولايات المتحدة (146 جيجاوات). واعتُبرت توربينات الرياح ومحطات الطاقة المائية في الصين الأكثر إنتاجيةً في العالم في عام 2011، حيث قامت بتوليد 70 مليار كيلووات في الساعة، و720 كيلووات في الساعة، على التوالي.

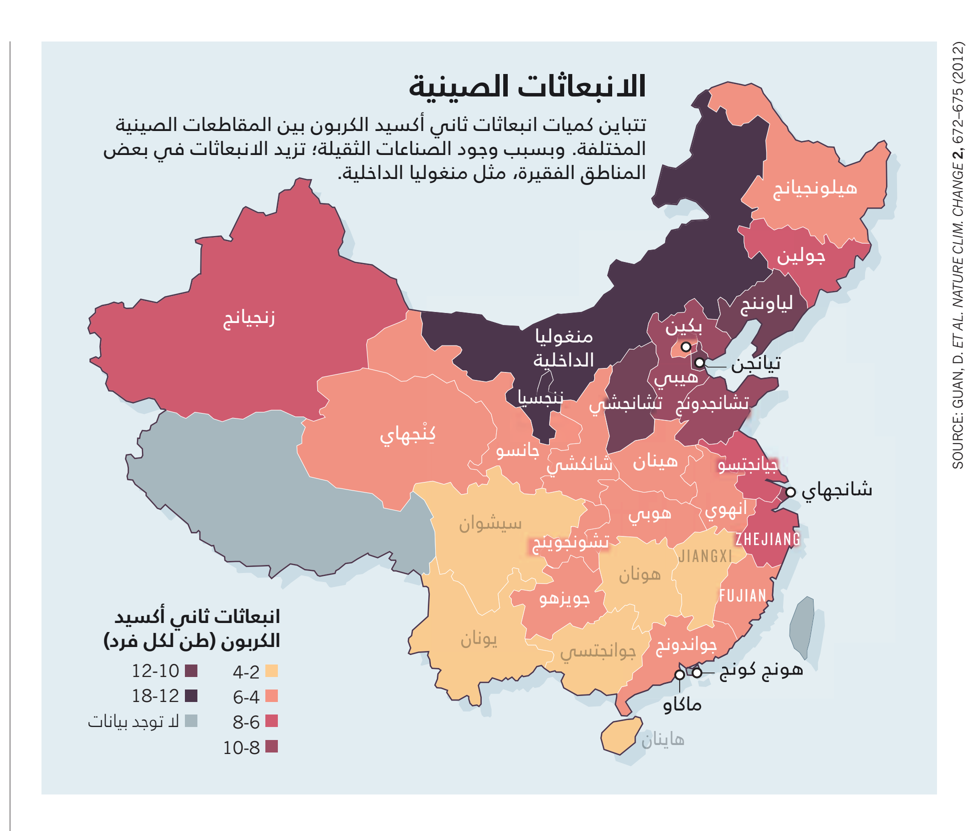
مع ذلك.. فإن الصين تقوم بإنتاج كميات من الطاقة المتجددة أكبر مما تستطيع استهلاكها. ففي عام 2012 وصلت قدرة الدولة على إنتاج الخلايا الشمسية الفوتوفولتية حوالي 40 جيجاوات، ولكنها أنتجت فعليًّا 23 جيجاوات، وهو ما يصل إلى حوالي 60% من الإنتاج العالمي السنوي (37 جيجاوات). وتم استخدام أقل من 10% من هذه الخلايا ـ التي تم إنتاجها في الصين ـ في السوق المحلي، وذلك بسبب عدم وجود روابط مع الشبكة الوطنية للكهرباء. أما الباقي، فقد تم تصديره. وهناك حاجة ماسة إلى المزيد من الاستثمارات لتوسعة نطاق الشبكة الكهربائية نحو المناطق الريفية البعيدة، حيث تُعتبر الطاقة الشمسية هي الحل الأمثل لتوليد الكهرباء، وكذلك استكشاف المزيد من الأسواق للإنتاج الفائض من الخلايا.

هناك قدرة عظيمة كامنة لتكنولوجيا الطاقة منخفضة الكربون في الصين. ويمكن لطاقة الرياح وحدها أن تستجيب للزيادة الكلية المتوقَّعة في الطلب على الكهرباء حتى عام 2030. وإنتاج كمية من طاقة الرياح تصل إلى 640 جيجاوات (بكلفة 900 مليار دولار) خلال السنوات العشرين القادمة من شأنه أن يقلل من انبعاثات الكربون بنسبة 30% في الفترة نفسها[8]. وفي حالة استخدام زيوت معاد تدويرها (13.7 مليون طن في عام 2010) ـ وهي زيوت مستخرَجة من زيت الطهي المستخدَم؛ من أجل إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية ـ فيمكن أن تقل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحوالي 90 مليون طن سنويًّا9. وهذا التخفيض يمكن أن يعادل 15% من مجمل خفض الانبعاثات من 1990 حتى 2008 من قِبَل الدول الصناعية التسع والثلاثين ضمن الملحق «ب» من بروتوكول «كيوتو»، وهي المعاهدة الدولية التي تُلْزِم هذه الدول الصناعية بتخفيض معدلات انبعاثاتها من الغازات الدفيئة.

في الوقت الحالي، يمكن لبدائل أنظف ـ ولكن غير متجددة ـ من الطاقة، مثل الغاز الطبيعي، والطاقة النووية؛ أنْ توفر فترة انتقالية خلال عملية التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون. وكذلك من خلال المزيد من استغلال الميثان الموجود في الطبقات السفلى من الفحم الحجري، وتحسين الروابط ما بين أنابيب الغاز الطبيعي المحلية والدولية. ويمكن أن يتزايد استهلاك الغاز الطبيعي في الصين إلى 250 مليار متر مكعب في عام 2020 عن طريق نمو بنسب أرقام مزدوجة من عام 2010 حتى 2020. والتحول من الفحم إلى الغاز يمكن أن يؤدي إلى تخفيض تركيز ملوثات الهواء، مثل ثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، إضافة إلى ثاني أكسيد الكربون.

مع وجود 17 مفاعلًا نوويًّا قيد التشغيل، تشكِّل الطاقة النووية حاليًا 1% من إنتاج الصين للطاقة الكهربائية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



(13 جيجاوات). وهناك 28 مفاعلًا آخر قيد الإنشاء، والمزيد من المفاعلات الأكثر تقدمًا تكنولوجيًّا في مرحلة التخطيط. ومن المنتظر أن ترتفع قدرة الطاقة النووية إلى 80 جيجاوات بحلول عام 2020، وإلى 200 جيجاوات في عام 2030، وإلى 400 جيجاوات في عام 2050.

لقياس ودعم مدى التقدم، يجب أن يتم التعامل مع قطاع الطاقة وأهداف تخفيض الانبعاثات بمعزل عن الأداء الاقتصادي. ويجب استخدام مؤشرات مادية لكثافة الطاقة، مثل كمية الانبعاثات لكل وحدة إنتاج من الحديد، بدلًا من مؤشرات نسبية للكثافة الاقتصادية، كمقدار الانبعاثات لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي. لقد وضعت الصين سقفًا نهائيًّا لاستهلاك الفحم، يصل إلى 3.9 مليار طن في عام 2015. وبشكل مشابه.. يجب الاتفاق على سقف وطني نهائي للانبعاثات، يكون مدعومًا بضرائب وحوافز في قطاع الطاقة.

يجب أيضًا اعتماد موازنة كربونية، تأخذ بعين الاعتبار كلًّا من الانبعاثات، والتعويض الذي يحدث نتيجة مصارف الكربون التي تقوم بتخزين الكربون في البيئة، وذلك في كافة عمليات جرد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويمكن أن يشجع هذا على زيادة زراعة الغابات، وإدارة المخلفات، من خلال برامج لأرصدة الكربون. وقد استوعبت مصارف الكربون التي تكونت نتيجة زراعة الأشجار والغابات في الصين حوالي 15% من ثاني أكسيد الكربون الناجم عن الوقود الأحفوري ما بين 2002 و2007 (المرجع رقم 10).

يمكن أيضًا لوسائل التعويض الإقليمي أن تُحْدِث تسارعًا في نقل التكنولوجيا ما بين المقاطعات الصينية. وإذا تم وضع أهداف لقطاعات الصناعة، بدلًا من أهداف للمقاطعات؛ فمن الممكن أن يقلل هذا من التفاوت الجغرافي بين المناطق. وبهذه الطريقة ينبغي على المناطق أن تقيس الانبعاثات بناءً على استهلاك الكهرباء، وليس مواقع إنتاجها. ويجب أن تكون إجراءات التخفيف مطلوبةً على امتداد سلسلة التزويد الخاصة بالصناعات كثيفة الطاقة، وذلك ابتداءً من المركز الرئيس للشركة في المناطق الثرية، وانتهاءً بالمصانع في المناطق الفقيرة. كما أنه من الضروري الالتزام بمعايير ومواصفات بيئية صارمة.

هذا.. وتم افتتاح أول سوق محلي في الصين للمتاجرة في رخص الانبعاثات في يونيو من العام الحالي في مقاطعة شينزين، حيث تضمَّن تبادلًا بكمية 20 ألف طن من ثاني أكسيد الكربون في اليوم الأول. ومن الضروري إجراء تحرير كامل للأسواق مع وجود إدارة مرنة لقطاع استهلاك الوقود في الصين، من أجل تحقيق النجاح في خطة سقوف الانبعاثات المحلية التي تتم تجربتها حاليًا في سبع مقاطعات وبلديات، وتؤثر على حوالي 1.5 مليار طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وسوف يتم تطبيق النظام على المستوى الوطني في 2016.

تضمن بروتوكول «كيوتو» أن تستضيف الصين أكثر من 2000 مشروع، ضِمْن آلية التنمية النظيفة (نصف مجموع المشاريع في العالم) التي تقوم بمعادلة حوالي 600 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون من الصين. ومن المتوقع أن يغطي نظام التجارة الوطني مليار طن من أرصدة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويًّا بحلول عام 2015 (حوالي 10% من مجموع الانبعاثات في الصين)، ويسهم في توليد مليارات الدولارات من العوائد الحكومية. إنّ أي خطة ناجحة للتجارة بأرصدة الانبعاثات تتطلب وجود معلومات موثوق فيها حول الكربون، ووجود سوق شفاف، وتخصيص عادل للرخص. وعلى الحكومة المركزية الصينية أن تجمع وتوثِّق عمليات جرد الانبعاثات، وتقوم بالتنسيق والمراقبة والإبلاغ عن إجراءات السوق المتخذة، وتحدِّد القياسات المرجعية للانبعاثات، وتقوم بمَنْح التراخيص الرسمية لأرصدة التقليل من الانبعاثات.

يسهم (5%) من سكان الصين الأكثر ثراءً في استهلاك 25% من الطاقة الكهربائية. وعلى الحكومة أن تسهم في تفعيل أدوات اقتصادية أخرى، مثل ضرائب الكربون التي تستهدف الاستهلاك. وكخطوة أولى، قامت الصين بتطبيق «تعرفة جديدة» على المنازل منذ يوليو 2012، بحيث تزيد تكلفة الكهرباء المستهلَكة بعد حد معين من الاستهلاك. ويجب إدخال ضرائب أخرى مشابهة على منتجات استهلاكية أخرى، مثل وقود المَرْكَبات، ويتم استخدام العوائد لدعم المنتجات منخفضة الكربون (مثل السيارات الكهربائية)، وتطوير قطاع الطاقة المتجددة وإنشاء البنية التحتية لقطاع الطاقة.

ولأنّ تلوث الهواء وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون يَنْتُجان معًا من استخدام الوقود الأحفوري، يجب دمج سياسات التنظيم والضبط لكلا القطاعين على المستوى الإقليمي. وقد طبَّقت الصين مجموعةً من التشريعات في يونيو الماضي، وهي تخطط لاستثمار 1.7 تريليون رينمينبي ما بين 2013 و2017؛ لضبط تلوث الهواء في المدن، والملوثات الجزئية والأوزون. وتقترح هذه التشريعات التخلص من الحارقات الصناعية ضعيفة الكفاءة، وتقليل توسُّع الصناعات ذات الانبعاثات المكثفة، وتحسين التشريعات والحوافز التسويقية؛ لتطوير الطاقة الخضراء التي يمكن لها أن تُسْرِع في تطوير صناعتي حفظ الطاقة، والحماية البيئية.

في الوقت الحالي تتم إعادة هيكلة قطاع إدارة الطاقة في الصين، في سياق قيادة حكومية جديدة. ومن المفترض أن تسهم عملية الدمج (التي حدثت نتيجة ضم هيئة تنظيم قطاع الكهرباء الرسمية إلى الإدارة الوطنية للطاقة) في إحداث توافق في تسعير وسياسات الطاقة على امتداد الحكومات والصناعات الوطنية والمحلية. هذا.. ومن الضروري وجود منظمة حكومية ذات مستوى عال (مثل مجلس الدولة)؛ لتنسيق سياسات الطاقة لمختلف المؤسسات، مثل وزارة البيئة، وهيئة الإصلاح والتنمية الوطنية، وحكومات المقاطعات.

عن طريق التصدي لهذه التحديات.. نؤمن بأنّ للصين القدرة على قيادة الحركة العالمية للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة، وإصلاح المناخ، وخلق مسار نحو تنمية مستدامة ومنخفضة الكربون. ■

زهو ليو شريك في برنامج علوم الاستدامة في جامعات هارفارد وكمبريدج وماساتشوستس، وفي معهد علم البيئة التطبيقية في الأكاديمية الصينية للعلوم في شينيانج في الصين. **دابو جوان** أستاذ مساعد في الاقتصاديات البيئية في جامعة ليدز في بريطانيا. **دوجلاس كروفورد براون** مدير مركز كمبريدج لأبحاث التخفيف من تغيُّر المناخ في جامعة كمبريدج في بريطانيا. **كيانج زانج** أستاذ الكيمياء الجوية في جامعة تشينجوا في بكين. **كيبين هي** عميد كلية البيئة في جامعة تشينجوا في بكين. **جيانجو ليو** مدير مركز دمج النظم والاستدامة في جامعة ميتشيجان العامة في إيست لانسينج.
البريد الإلكتروني: d.guan@leeds.ac.uk

1. Peters, G. P. *et al. Nature Clim. Change* **2,** 2–4 (2012).
2. Liu, Z. *et al. Energy Policy* **49,** 751–758 (2012).
3. Liu, Z. et al. *Energy* **45,** 1059–1068 (2012).
4. National Bureau of Statistics of China. *China Statistical Yearbook 2012* (2012).
5. Feng, K. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 11654–11659 (2013).
6. Liu, Z. *et al. Energy* **37,** 245–254 (2012).
7. Pauliuk, S., Wang, T. & Müller, D. B. *Environ. Sci. Technol.* **46,** 148–154 (2011).
8. McElroy, M. B. *et al. Science* **325,** 1378–1380 (2009).
9. Liang, S., Liu, Z., Xu, M. & Zhang, T. *Bioresource Technol.* **131,** 139–145 (2013).
10. Pan, Y. *et al. Science* **333,** 988–993 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

CLAIRE WELSH/NATURE

نتائج غير متوقَّعَة لتجارب.. تؤدي إلى مكتسبات علاجية متوقَّعَة

لُوحظ في بيانات التجارب الإكلينيكية على مدى عشرات السنين أنّ العلاجات الجديدة تبدو أفضل من المتعارَف عليها بأكثر من النصف بقليل. وهذا ما يجب أن تكون عليه، حسب ما قاله **بنيامين دجولبِجوفيك** وزملاؤه.

يصعُب عادةً التنبؤ بتأثيرات علاج جديد.. ففي أربعينات القرن المنصرم، قام عالِم الأمراض سيدني فاربر بوضع نظرية حول إمكانية علاج الأطفال المصابين بسرطان الدم الليمفاوي الحاد بـ«الفُولات» Folate ـ وهو مِلْح حمض الفوليك ـ ليساعد على تحفيز خلايا الدم. وبدلاً من تحفيز هذا العلاج لخلايا الدم، فُوجئ العالِم أنه يؤدي إلى تضاعف خلايا الدم السرطانية. وأدَّى به ذلك «الفشل» إلى تجربة الأدوية المضادة للفولات. وقد ساعدت هذه الأدوية على التخفيف من المرض؛ لتكون بذلك بدايات العلاج الكيماوي الناجح في التغلب على مرض السرطان. وخلال الألفية الثانية، اعتقد بعض الأطباء أن استخدام «الستيرويدات القشرية» قد يساعد في تخفيف انتفاخ الدماغ، الناتج عن الإصابات، لكن التجارب العشوائية أظهرت أنّ «الستيرويدات القشرية» تزيد من معدل الوفاة. وبالمصادفة، اكتُشِفَ أن «الستيرويدات القشرية» تقلّل من معدل الوفاة في مرضى التهاب السحايا[1].

هذه بعض أمثلة التقدُّم العلاجي التي تحققت في غضون نصف القرن الماضي، عن طريق نظام «التجارب العشوائية المراقَبَة» RCTs، لكنَّ بطء التقدم يخيِّب آمال الكثيرين من المرضى والأطباء. ويقوم أعضاء مجتمع مكتشفي الأدوية بالتمحيص في أفكارهم؛ لإيجاد إجابة شافية للسؤال التالي: كيف نسرّع من هذه العملية؟[2]

إننا نقوم بتقديم أدلة تجريبية، تثبت أن معدَّل نجاح هذا النظام هو الأمثل. فقد قمنا بتحليل المئات من التجارب، المنشورة وغير المنشورة، والمموَّلة حكوميًّا، والممولة من قطاع الصناعة، وبمشاركة مئات الآلاف من الناس في غضون عدة عقود؛ فوجدنا أن نظام «التجارب العشوائية المراقَبَة» أظهر تفوّق العلاجات الجديدة على العلاجات الموجودة حاليًا، بأكثر من النصف بقليل في معظم الوقت.

إنّ معدَّل النجاح في ازدياد، إلاّ أنه يبقى ضمن إطار نظامٍ قام بخدمتنا بشكل جيد، وتمّ عمله ليُلَبِّي الحاجة الأخلاقية والعلميّة القائلة بعدم قابلية نتائج «التجارب العشوائية المراقَبَة» للتنبؤ. وقد أكدّنا على أنّ استخدام «التجارب العشوائية المراقَبَة» لتقييم الآثار الناتجة عن العلاجات الجديدة يجب ألّا يُعَدِّل عليها بشكل جوهري، دون توفُّر دليل مُنَاظِر يثبت أنّ الأنظمة البديلة ستتفوق في أغلب التوقعات.

شكوك حقيقية

يُعْزَى ظهور العلاجات والأدوية الأفضل من سابقتها إلى استعداد المشاركين لدخول المرحلة الثالثة من تجارب التوزيع العشوائي بين تَلَقِّي العلاج الجديد، أو العلاج التقليدي. وعادةً ما تكون المرحلة الثالثة من اختبار العلاجات هي الخطوة الأخيرة في تقييم فعاليتها. وفي الغالب تكون مسبوقةً بالمرحلة الأولى التي تُعنى بتقييم تمثيل الدواء، و إفرازه، وتحمُّله. أما المرحلة الثانية من الاختبار، فهي تجمع البيانات الأولية عن فعالية العلاج. وبالرغم من مقدرة المرحلة الأولى والثانية من الاختبار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

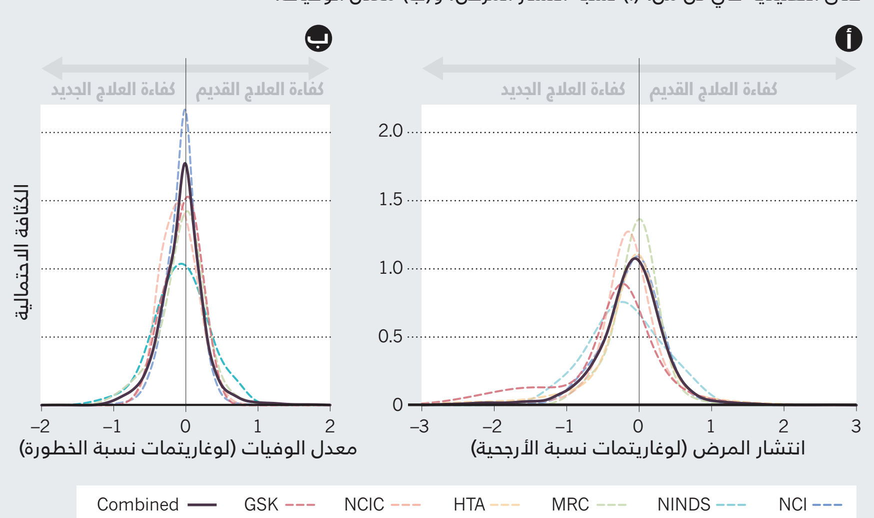
أحيانًا على تمييز العلاجات الجديدة التي تمتلك تأثيرات دراماتيكية - وبالتالي تحتاج هذه العلاجات إلى مزيد من الاختبارات[3] - إلاّ أنّها عادةً تتطلّب اللجوء إلى المرحلة الثالثة؛ لتقرير ما إذا كانت العلاجات الجديدة تتفوّق على تلك التقليدية، أم لا.

وحسب الأسس الأخلاقية والعلمية، فإن «التجارب العشوائية المراقَبَة» لا يجب القيام بها إلا في حالة وجود شكوك حقيقية حول الاستحقاق النسبي للعلاجات البديلة[4]. وإذا كان هناك احتمال كبير (لِنَقُل إنه أكثر من 80%) في أنْ يتفوّق أحد العِلاجَيْن على الآخر، فإنه من الناحية الأخلاقية يُعَدّ منع وصول بعض المرضى إلى العلاج الأفضل أمرًا غير صائب، حتى لو تعدّى ذلك الاختبار اللجنة الأخلاقية، فإنه من المحتمل أن يرفض المرضى المُطَّلِعُون على الموضوع المشاركةَ في الاختبار. بمعنى آخر.. إذا كان توقُّع النتائج ممكنًا؛ فإنّ نظام «التجارب العشوائية المراقَبَة» ـ كما نعلمه ـ سيتوقف[4]. إنّ التقدّم الذي شهدناه في العلاجات كان ثمرة إصرار العلم وأخلاقيات البحث على مبدأ عدم إمكانية توقُّع نتائج «التجارب العشوائية المراقَبَة».

«مُتطلَّب الغموض» ـ هذا ـ المشار إليه بعدة مصطلحات أخرى، منها: «التوازن المتساوي»، و«مبدأ الغموض»، و«مبدأ عدم المبالاة»[4] ـ غير مقدَّر بشكل كاف من قِبَل الوسط العام والمرضى ومموِّلي الأبحاث والمستثمرين. لذا.. فقد بدأنا باختبار الأثر طويل الأمد، من خلال حساب معدَّل احتمال التفوق المُقترَح للعلاجات الجديدة على تلك المُقَرّ بها[5].

وقد قمنا بتحليل 860 تجربة عشوائية مراقَبَة في المرحلة الثالثة للتجارب الإكلينيكية من تلك التي نُشرت، والتي لم تُنشَر، ومن التي أجراها أكاديميون وشركات دوائية في ست سلاسل متتالية من الاختبارات، وبمجموع 350000 مريض. أربع سلاسل من الست تألَّفَتْ من743 تجربة، تمّ دعمها حكوميًّا خلال الخمسين عامًا الماضية[6]، واثنتان تألَّفَتا من 117 تجربة إكلينيكية، تم دعمها حكوميًّا وتجاريًّا في غضون الثلاثين سنة المنصرمة[7] (انظر: «الطب الأفضل»). وأظهرت نتائجنا أن احتمال اكتشاف علاج جديد يتفوّق على العلاج المتداوَل يبلغ 50-60%؛ وبذلك نؤكد التوقعات النظرية التي تمّ وضعها منذ 15 عامًا[4,5].

وجدنا أن «التجارب العشوائية المراقَبَة» المدعومة حكوميًّا تَرَاوَح احتمال تفوُّق العلاج الجديد فيها على العلاج التقليدي من 57% إلى 63%؛ من أجل بقاء المريض على قيد الحياة، ومن 55% إلى 66% لجميع المخرجات الأولية (كالبقاء على قيد الحياة بدون الإصابة بالمرض مرة أخرى، والاستجابة للعلاج، وتكرار حصول الأعراض، ومقاييس العجز). وأظهرت المعدلات الوحيدة المتوفرة للـ«التجارب العشوائية المراقَبَة» التي تمّ دعمها من قطاع الصناعة بشكلٍ إجمالي أنّ العلاجات الجديدة تتفوق على تلك التقليدية بالنسبة إلى مقاييس انتشار المرض (كالغثيان، على سبيل المثال) في 75% من التجارب، لكنْ بنسبةٍ مماثِلة للنسبة التي تم رصدها؛ من أجل إبقاء المريض على قيد الحياة، والتي بلغت 53%[7]. ومع مرور الوقت، فإن النمط في جميع العيِّنات يتقارب عند حوالي 50% (ربما بسبب استخدام عناصر رديئة للمقارنة في الدراسات المبكرة)، ويطبَّق في مختلف النطاقات الإكلينيكية والأنواع العلاجية[6,7].



المعهد الوطني الأمريكي للسرطان NCI, US National Cancer Institute؛ المعهد الوطني الأمريكي للاضطرابات العصبية والسكتات الدماغية NINDS, US National Institute of Neurological Disorders and Stroke؛ مجلس الأبحاث الطبية في المملكة المتحدة MRC, UK Medical Research Council؛ البرنامج التكنولوجي لتقييم الصحة في المملكة المتحدة HTA, UK Health Technology Assessment Program؛ المعهد الوطني للسرطان، التابع للمجموعة الكندية للاختبارات الإكلينيكية NCIC, National Cancer Institute of Canada Clinical Trials Group؛ شركة جلاكسوسميث كلاين GSK, GlaxoSmithKline

الإنجاز الأكبر

أشار فلاسفة العلم إلى أنّ الاكتشافات في العلوم تحدث باطراد عند اختبار فرضية واحدة، أو عدد قليل من الفرضيّات في الوقت ذاته[8]. إن نظام «التجارب العشوائية المراقَبَة» يُعتبر نموذجيًّا من هذه الناحية.. فقد قدّم إنجازات واعدة، تمت ترجمتها معًا إلى تَحَسُّن في مستوى الصحة؛ والبقاء على قيد الحياة. فعلى سبيل المثال.. خمسة عقود من التجارب المراقَبَة أدّت إلى تَحَسُّن مستويات الشفاء من سرطان الدم لدى الأطفال، فقد ارتفعت النسبة من 0%؛ لتتعدى 80% (المرجع رقم 6)، وعند الاختبار؛ أظهرت نسبة 2-5% من إجمالي العلاجات الجديدة فقط تقدمًا عظيمًا.

ما زالت هناك مساحة لتطوير الممارسات الحالية للتجارب الإكلينيكية.. فهنالك إهدار يمكن تلافيه بشكل جوهري في تصميم وتنفيذ وكتابة تقارير الأبحاث الطبية[9]. على سبيل المثال.. تم نشر 50% فقط من «التجارب العشوائية المراقَبَة»، أما النتائج السلبية ومعظم تجارب قطاع الصناعة، فقد ظلت مخبَّأة. ويمكن تطوير مستوى دقة التجارب العشوائية ـ على سبيل المثال ـ من خلال الأخذ في الحسبان ـ وبشكل منسق ـ جميع الأبحاث السابقة ذات الصلة.

أظهرت نتائجنا أن تطوير علاجات جديدة أصبح متاحًا، لأن التجارب قد أُجرِيَت عندما كان التنبؤ بها صعبًا لأقصى درجة. بمعنى آخر.. عندما كان هناك استشراف لأقصى ما يمكن أنْ يتم تحقيقه[6,7]. لم يكن التوزيع الملاحَظ لنجاح العلاج وليد المصادفة. فهناك علاقة يمكن التنبؤ بها بين متطلبات عدم التأكد (المبدأ الأخلاقي) التي اعتمدت عليها التجارب، ومُخرجات التجارب الإكلينيكية[4].

باختصار.. فإن نظرتنا إلى الوراء ـ التي تعود إلى حوالي 50 عامًا ـ أظهرت أن هذه الاختبارات لا غِنَى عنها، إذ من خلالها تتجلى مسؤولية الباحثين في القطاع الطبي الحيوي تجاه المرضى والشعب[10]. وقد تحتاج هذه التجارب إلى بعض التعديلات والتحسينات فيما بعد، ولكنْ لا يمكن الاستغناء عنها. ■

بنيامين دجليبجوفك أستاذ في قسم الطب الباطني، في جامعة جنوب فلوريدا (USF)، تامبا، وفي «مركز ومعهد هـ. لي موفيت للأبحاث والسرطان». **أمبوج كومار** أستاذ مشارك في قسم الطب الباطني، في جامعة جنوب فلوريدا (USF)، تامبا، وفي «مركز ومعهد هـ. لي موفيت للأبحاث والسرطان». **بول جلازيو** أستاذ في الطب المعتمد على الدليل في جامعة بوند، روبينا، أستراليا. **برانكو ميلادينوفيك** أستاذ مساعد في قسم الطب الباطني، في جامعة جنوب فلوريدا (USF). **لين تشالمرز** منسق مبادرة جيمس لِند، أكسفورد، المملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني: bdjulbeg@health.usf.edu

1. Evans, I., Thornton, H., Chalmers, I. & Glasziou, P. *Testing Treatments: Better Research for Better Healthcare* 2nd edn (Pinter & Martin, 2011).
2. Micheel, C. M., Nass, S. J. & Omenn, G. S. (eds) *Evolution of Translational Omics: Lessons Learned and the Path Forward* (National Academies Press, 2012).
3. Glasziou, P., Chalmers, I., Rawlins, M. & McCulloch, P. *Br. Med. J.* **334,** 349–351 (2007).
4. Djulbegovic, B. *J. Med. Philos.* **32,** 79–98 (2007).
5. Chalmers, I. *Br. Med. J.* **314,** 74–75 (1997).
6. Djulbegovic, B. *et al. Cochrane Database Syst. Rev.* **10,** MR000024 (2012).
7. Djulbegovic, B. *et al. PLoS ONE* **8,** e58711 (2013).
8. Platt, J. R. *Science* **146,** 347–353 (1964).
9. Chalmers, I. & Glasziou, P. *The Lancet* **374,** 86–89, (2009).
10. Frederickson, D. S. *Control. Clin. Trials* **1,** 263–267 (1980).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

TON KOENE/DPA/CORBIS

توزيع الطعام في مستشفى بجمهورية أفريقيا الوسطى.

تنمية

رغبة مُلِحَّة في البحث عن حلول

كاليستوس جوما يقيم دعوة إلى إشعال ثورة؛ للقضاء على الجوع في العالم.

رغم الجهود الكبيرة التي تبذلها البشرية لتحسين الإنتاج الزراعي، وإنشاء الأسواق، وتحسين التغذية، فإن ثمة 870 مليون نسمة يعانون من سوء تغذية مزمن. ينطلق عالِم الاجتماع جان زيجلر في كتابه «رهان على مجاعة» *Betting on Famine* ليقدم منهجًا يرتكز على حقوق الإنسان في التعامل مع أزمة الجوع العالمية. وقد تضمَّن الكتابُ إدانةً واسعة للظلم العالمي، مستندًا إلى الكثير من الحقائق والأرقام. يقول زيجلر، الذي شغل منصب المقرِّر الخاص للحق في الغذاء بالأمم المتحدة خلال الفترة من 2000 إلى 2008: «أكبر فضيحة في عصرنا الحالي أنْ يموت عشرات الملايين من الرجال والنساء والأطفال بسبب الجوع سنويًّا».

ينطلق زيجلر من افتراض أساسي – رغم أنه معروف ومكرَّر – وهو أنّ العالَم قادر على إطعام 12 مليار شخص، بمقدار زيادة 5 مليارات شخص عن العدد الحالي. وتكمن العقبة الأساسية ـ في رأيه ـ في انعدام المساواة، وفي الظلم، وتَحَكُّم الشركات في منظومة الغذاء. والحل من وجهة نظره هو العودة إلى المبادئ الأساسية في الحق في الغذاء، كما عَرَّفَتْهُ الأمم المتحدة بأنه «الحق في الحصول على الغذاء بصورة دوريّة، دائمة وحرة، إمّا مباشرةً، أو بواسطة الشراء بالمال، على أنْ يكون هذا الغذاء مناسبًا وكافيًا، كمًّا ونوعًا، ويتوافق مع التقاليد الثقافية للشعب الذي ينتمي إليه المستهلك، ويؤمِّن له حياة نفسية وجسدية، فردية وجماعية، خالية من القلق، تتصف بالرضا والكرامة».

يرى زيجلر أنّ الحق في الغذاء من أكثر الحقوق انتهاكًا على مدار التاريخ. ويرجع ذلك إلى هيمنة القطاع الخاص، ونظام التجارة العالمي الذي يفتقر إلى العدالة، ويركز على ما يصفه بالعقيدة النيوليبرالية، مثل مزايا خصخصة الشركات الحكومية والمؤسسات التجارية العامة. ويرى الحل في ثورة شعبية؛ للحَدّ من الفساد بين القادة في الدول النامية التي تستشري فيها المجاعات، وترويج المقاومة الشعبية بين الحركات الاجتماعية حول العالم، وجَعْل الحق في الغذاء أولويّة الهيئات البرلمانية وغيرها من الهيئات الرقابية.



رهان على مجاعة: لماذا لا يزال العالم جائعًا
جان زيجلر
ذا نيو برس: 2013.

إنّ كتاب «رهان على مجاعة» مخيب للآمال لعدة أسباب، منها أنه لا يقدم شيئًا جديدًا. فالكتب الكلاسيكية ـ مثل كتاب «كيف يموت النصف الآخر» *How the Other Half Dies*، الذي أَلَّفَتْهُ سوزان جورج في عام 1976 ـ قدمت تقييمًا أكثر عمقًا عن أسباب استمرار الجوع في العالم، رغم الزيادة في إنتاج الغذاء. واعترف زيجلر بأن الكثير مما ينبغي فعله قد تناولته العديد من وثائق الأمم المتحدة. كما أن الكتاب لا يغدو أكثر من هجوم لاذع، وانتقاد حادّ لمن يمتلكون السلطة، لكنه لا يقدِّم الكثير من الأمثلة أو الإلهام حول كيفية حل مشكلة الجوع في العالم. فالدعوة إلى إطلاق ثورة ربما تكون أسهل الحملات الفكرية، وتنفيذُ الكلام وتحويله إلى فِعْلٍ أمرٌ أكثر تعقيدًا بكثير، ويتطلب مشاركة العمليات والحكومات التي لا يكف المؤلف عن انتقادها.

وثمة بديل آخر ثوري لم يضعه زيجلر في الاعتبار، وهو تمكين الفقراء من خلال تطوير قدراتهم على مواجهة الجوع عبر تحسين الممارسات الزراعية، وتدريب المزارعين، وتحسين البِنْيَة التحتية، والوصول

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إلى الأسواق. وجدير بالذكر أنه عقب الانقلاب العسكري في إثيوبيا في عام 1974 ـ على سبيل المثال ـ بدأ القادة ذوو الميول الماركسية ثورة الفلاحين التي تهدف إلى الإطاحة بمالكي الأراضي، على أمل أن يؤدي ذلك إلى تحديث الزراعة، لكن ذلك لم يفلح. والآن، تركِّز الحكومة على توسيع التعاون بين المزارعين والشركات التي يرغب زيجلر في إرسالها إلى المقصلة. وقد حقق الاقتصاد الإثيوبي نموًّا بمعدل متوسط قدره 8% سنويًّا خلال العقد الماضي، ويُعزى الفضل في ذلك جزئيًّا إلى التحسينات في الإنتاج الزراعي.

إنّ الحقوق لا تُنال بالتمني، بل هي بحاجة إلى مؤسسات تقوم على تنفيذها، وتحويلها إلى حقائق واقعة. في عام 2010 أنشأت إثيوبيا «وكالة التطوير الزراعي» ATA، التي تحاكي عناصر من «هيئة الأبحاث الزراعية في البرازيل» Embrapa التي ساعدت في توفير الدعم التقني والتمويل للمزارعين. وركزت «وكالة التطوير الزراعي» على مساعدة المزارعين في اكتساب مهارات ريادة الأعمال، وتحسين الإنتاجية، والمشاركة في الأسواق المحلية والعالمية. وأصبحت إثيوبيا الآن عضوًا في تحالف «ازرع في أفريقيا» Grow Africa، الذي يضم الشركات الخاصة، والاتحاد الأفريقي، ومنتدى الاقتصاد العالمي، وتعهَّد باستثمار 3.5 مليار دولار في الزراعة في الدول الأفريقية. هذا.. وتواجه الصين، والهند، والبرازيل، وغيرها من الدول مشكلةَ الجوع بإجراءات شاملة تستوعب كل الأطراف الفاعلة، ومن ضمنها الشركات الخاصة.

«إنّ الحقوق لا تُنَال بالتمني، فهي بحاجة إلى مؤسسات تقوم على تنفيذها، وتحويلها إلى حقائق واقعة».

كان زيجلر على صواب عندما أكّد على دور المزارعين، ولكنه أخفق في توضيح دور التدريب التقني في تعزيز تأثيرهم السياسي. فابتكارات معينة، مثل نموذج «جامعة منحة الأرض» في الولايات المتحدة، التي تم تأسيسها منذ 150 عامًا؛ للجمع بين التعليم والممارسة والبحوث الزراعية تحت سقف واحد، كان لها دور جوهري في تثقيف وتعليم المزارعين الأمريكيين. واعتمدت الثورة الخضراء ـ التي ساعدت دولًا مثل الهند والمكسيك على تجنُّب المجاعات الكبرى ـ كثيرًا على البحوث العلمية، ومشاركة القطاع الخاص، وتطوير وصقل مهارات المزارعين.

ولا يزال الحق في الغذاء يشكل تحديًا عالميًّا هائلًا مع تزايد الضغوط على الموارد الطبيعية، لكن الحلول لن تأتي بالمناشدات والدعوات التقليدية لشن هجمات شعبية، وإنما عن طريق زيادة مستوى علاقات المشاركة، التي تجذب الشركات الخاصة، بدلًا من إقصائها. ولإطعام الجائعين، يحتاج العالَم إلى أساليب جديدة توسِّع آفاق الإبداع الإنساني، وليس إلى المزيد من الدعوات لإشعال ثورات جوفاء. ■

كاليستوس جوما أستاذ ممارسة التنمية الدولية في مدرسة هارفارد كينيدي في كمبريدج بولاية ماساتشوستس، ومؤلف كتاب (الحصاد الجديد: الإبداع الزراعي في أفريقيا *The New Harvest: Agricultural Innovation in Africa*)

البريد الإلكتروني: calestous_juma@harvard.edu

ملخصات كتب



مستقبل مضيء: نقلة نوعية في النظر إلى الذكاء الإنساني

مايكل إ. مارتينيز، مطابع جامعة أوكسفورد، (2013)

يجادل العالِم التربوي، مايكل مارتينيز، بأنّ الذكاء يمكن تعلمه. ويوضح إمكانية حدوث ذلك، مشيرًا إلى أن التعامل مع الأزمات التي تحدث على سطح الكوكب، مرتبط جزئيًّا بالعمل الدؤوب لعديد من العقول اللامعة. ومع استهلاله بعرض التركيب العميق للقدرة الإدراكية، مثل الذكاء المرن الانسيابي ـ وهو القدرة على التكيُّف مع غير المألوف ـ يخطو مارتينيز خطوات عريضة في محيط الفِكْر. وتكشف رحلته عن أدوات التغيير.. حيث تتضمن تشكيلة غنيّة من أنواع الذكاء، بدءًا من الذكاء الاجتماعي إلى الذكاء الإبداعي، وقدرة الدماغ الخارقة على التكيّف، وصَقْل السلوكيات الداعمة للنجاح، مثل الإصرار على التفوق.

طريق العلم: البحث عن الحقيقة والمغزى من خلال نظرة علميّة عالمية

دينيس ر. ترامبل، بروميثيوس، (2013)

يرتكز الفَهْم الشائع للعلم بشكل كبير على التقدم الطبي والتكنولوجي. ويدعو دينيس ترامبل ـ المتخصِّص في هندسة الطب الحيوي ـ إلى المزيد.. وهو إعادة الارتباط الشائع بالعلم، كوسيلة لمعرفة أنفسنا والعالم. ويؤكد على أن كُلًّا من العقلانية والتفكير الناقد يُعَدّان مسارين أخلاقيين. وبالاقتباس من مقولة تشارلز داروين: «هناك عَظَمة في هذه النظرة للحياة»، يهدف ترامبل ـ بدون تكلف ـ إلى أن يحثّ رجال الدين على الاتجاه إلى العلم كأحد مصادر الفَهْم.



العالَم السِّرِّي للنوم: علْمٌ مدهش يَدْرس العقلَ أثناء الراحة

بينيلوبي إيه لويس، بالجراف ماكميلان، (2013)

إنّ الدماغ لا يرتاح أثناء النوم. هكذا تكشف لنا عالِمة الأعصاب بينيلوبي لويس في هذا الكتاب التمهيدي الموجز، الذي يتناول الجوانب البيولوجية والسلوكية المصاحبة للإغفاءة. فثمة الكثير للتشويق، مثل عمليات التنظيف المفيدة التي تحدث بالمشابك العصبية، والتي تحدث في مرحلة نوم الموجات البطيئة؛ و«الجهاز المنشِّط الشبكي الصاعد» Ascending reticular activating system، وهو بمثابة مجموعة من العُقَد العصبية الموجودة في جذع الدماغ، تُرسِل ناقلات عصبية إلى باقي أجزاء الدماغ؛ لتنبيهه لحلول وقت الاستيقاظ. إنّ عِلْم الأَرَق الواسع يبحث في آخِر المستجدات حول مرض الخدار، وما قد يسببه اللحم المدخَّن من فعل تثبيطي للنعاس.



أعماق البحار، والشحن الدولي: كواليس الشحن، الصناعة الخَفيّة التي تجلب لك 90% من احتياجاتك

روز جورج، بورتوبيللو بوكس، (2013)

يمكن أن تتسع أكبر سفينة حاويات لنحو 746 مليون ثمرة موز («ثمرة واحدة لكل فرد أوروبي»)، وذلك حسبما تشير الصحفية روز جورج. كما تجوب حوالي 100,000 ناقلة بضائع المحيطات حول العالم؛ لنقل 90% من أغراضنا. ومع هذا.. يمكن أن تصبح هذه الحيتان المعدنية التي تجوب المياه الدوليّة ـ غير الخاضعة لأي سلطة قانونية ـ مرتعًا للإجرام، وعاملًا جاذبًا للقرصنة، ونقمةً على الحياة البحرية. في رحلة السفر الآسِرة مع جورج على متن سفينة الشحن «ميرسك كيندال»، من فليكستو بالمملكة المتحدة البريطانية إلى سنغافورة، استمتعنا ـ وفزعنا أحيانًا ـ بسيل الحقائق التي قدمتها لنا الكاتبة.



النهر العتيق: نهر المسيسيبي في تاريخ أمريكا الشمالية

بول شنايدر، هنري هولت (2013)

كان نهر المسيسيبي مكانًا لاستحمام فِيَلَة «الماموث»، وطريقًا للسفن البخارية، وصداعًا للمهندسين. إن المسيسيبي العظيم هو نهر يرمز إلى وطن، فالروافد الثلاثة المتفرِّعة منه تمر عبر الولايات المتحدة من مونتانا إلى بنسلفانيا. يأخذنا بول شنايدر في رحلة عبر تاريخ النهر الطبيعي والثقافي، بدءًا من أصوله ـ التي ترجع إلى حوالي مئتي مليون عام ـ إلى وضعه الحالي، حيث يعاني من التلوث والانسداد. وتتضمن المجموعة الكبيرة لأبطال قصته أبطالًا وأشخاصًا غريبي الأطوار، منهم رجل الاستعراضات ألبرت كوتش، الذي كان يعيش في القرن التاسع عشر، حيث جمع ـ عن طريق المصادفة ـ حفريات مدفونة في طين نهر المسيسيبي. **باربارا كايسر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


NASA/STSCI

تليسكوب الفضاء «هابل» يطوف فوق الأرض في مايو 2009.

استكشاف الفضاء

استكشاف الكون

«إن الاحتفال بالبعثات الفضائية الآلية يفتقر إلى المنظور الدولي» جون زارنيكي

أحدثَ عصر الفضاء ثورةً في فهمنا للكون، القريب أو البعيد. وقد شهدت الستون عامًا الماضية وفرةً في طرق استكشاف الفضاء من الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض، متحررةً من قيود الغلاف الجوي، التي مكَّنتنا من الإطلاع على الطيف الكهرومغناطيسي تقريبًا بأكمله، ومعظم المسابير الآلية، والتي مكَّنَتنا من دراسة معظم أجسام المجموعة الشمسية عن قرب.

في كتاب « أحلام العوالم الأخرى»، أخضع كريس إمبي، وهولي هنري 12 بعثة من بعثات الفضاء للفحص الدقيق. ووصفا كيف تم إنجاز البعثات، وشرحاها في سياق تاريخي، بل وثقافي أيضًا.. فالكتاب في نهاية الأمر ثمرة تعاون بين فلكيٍّ، وأديب. وبالنسبة إلى مَنْ لديه الخلفيّة العلمية، فهذا الكتاب يمثِّل منظورًا عامًّا ممتعًا، مقارنةً بالعديد من النصوص. على سبيل المثال.. الفصل الخاص بمُتَجَوِّلي استكشاف المريخ يأتي على ذكر أعمال هـ. ج. ويلز، وأورسون ويلز، وكذلك ـ الأكثر إدهاشًا ـ ت. س. إليوت، وفيرجينيا وولف، وفيتا ساكفيل ويست. ولتسهيل شرح تليسكوب الأشعة تحت الحمراء الفضائي «سبتزر» وبعض اكتشافاته، يستخدم المؤلفان كلاسيكية الخيال العلمي من عام 1870 لجول فيرن «عشرون ألف فرسخ تحت البحر»، وأفلام جيمس كاميرون «أفاتار» (2009)، و«كائنات الأعماق الفضائية» (2005).

إنّ اختيار 12 بعثة فقط يشبه انتقاء فريق كرة القدم المفضَّل لك على الإطلاق، أو اختيار أفضل 10 فنانين. إنه شيء مستحيل. وقائمة إمبي وهنري تشمل أمثلةً معروفة جيدًا خارج المجتمع العلمي، مثل تليسكوب الفضاء «هابل»، والمركبة الفضائية «فوياجر» Voyager، بالإضافة إلى أمثلة أقل شهرةً.. مثل بعثة رسم الخرائط النجميّة «هيباركوس» Hipparcos، ومرصد الأشعة السينية «تشاندرا» Chandra . وأيًّا كان رأيك في اختياراتهما، فجميعها تم تحليلها جيدًا، وتقديمها بشكل علمي وممتع. يُذَكِّرُنا المؤلفان ـ إذا كنا نحتاج إلى ذلك التذكير ـ بأنه بالإضافة إلى كون هذه البعثات إنجازات تِقَنية رائعة، فالعِلْم هو جوهرها. وعندما يطوف بنا المؤلفان في الكون عالي الطاقة (المتمثل في علم فلك الأشعة السينية)، أو الكون البارد ـ الذي كُشِف عنه بواسطة أرصاد الأشعة تحت الحمراء ـ من داخل الشمس إلى الحدود الخارجية للمجموعة الشمسية؛ يتبيّن لنا أنّ إمبي وهنري مرشدان مُتَمَكِّنان. إنهما يشرحان الضرورة العلمية لهذه البعثات بطريقة سهلة وشيقة للمتخصصين وغير المتخصصين.

أحلام العوالم الأخرى: القصة المدهشة لاستكشاف الفضاء آليًا
كريس إمبي، وهولي هنري
مطبعة جامعة برينستون: 2013.

مع ذلك.. فلَدَيّ مشكلة مع نظرة الكتاب المتضمَّنة عن مركزيّة الولايات المتحدة في العالم. ليس هناك شك في أن البرنامج الفضائي الأمريكي ـ من الناحية العلمية ـ كان القوة المهيمنة. والاتحاد السوفيتي أنجز سبقًا عظيمًا مرات عديدة، مثل إنجازه أول مركبة هبوط قمريّة ناجحة: «لونا 9» في عام 1966، بالإضافة إلى أول صورة للجانب الآخر من القمر، و«فينيرا 7»: أول مركبة هبوط على كوكب الزهرة، لكنّ الإنتاج العلمي للبرنامج السوفيتي، ولاحقًا الروسي ـ مع بعض الاستثناءات الملحوظة ـ فقير نسبيًّا. وفي الآونة الأخيرة، حققت كل من وكالة الفضاء الأوروبية، واليابان، والهند، والصين نجاحات بالغة؛ تشتمل على أول تحليق بالقرب من نواة مذنب ـ نواة مذنب «هالي» ـ بواسطة مركبة الفضاء الأوروبية «جيوتو» عام 1986، والعودة إلى الأرض بجسيمات من الكويكب «إتوكاوا 25143»، أو بواسطة مركبة الفضاء اليابانية «هايابوسا» في عام 2010.

إنّ عدم ذكر بعثة واحدة للاتحاد السوفيتي، أو روسيا، أو اليابان يبدو لي قِصَر نظر. فمن السهل تقديم حجج لصالح مركبتي الهبوط على كوكب الزهرة «فينيرا 13 و14» اللتين ظلَّتا على سطح الكوكب لمدة تصل إلى ساعتين؛ أو لصالح مناطيد «فيجا» الفرانكوسوفيتية التي حلَّقت لمدة تصل إلى يومين في الغلاف الجوي للزُّهرة؛ أو لصالح بعثة «هايابوسا».

ذكر إمبي وهنري بالفعل بعثتين بقيادة الاتحاد الأوروبي ضمن اختياراتهما. وهاتان البعثتان هما: «هيباركوس»، التي قامت بين عامي 1989 و1993 بقياس مواقع أكثر من 100000 نجم وأجسام أخرى بدقة غير مسبوقة، ومرصد الشمس والغلاف الشمسي «سوهو»، الذي تم إطلاقه في عام 1995، وما زال يعمل، راصدًا ما تحت وما وراء السطح المرئي للشمس. يشير المؤلفان في البداية إلى «سوهو» على أنه تابع لوكالة «ناسا»، ويكتبان لاحقًا أنه «قد تم تخطيط «سوهو» بواسطة وكالة الفضاء الأوروبية؛ واشترك في التصميم والبناء أربعة عشر بلدًا، وأكثر من ثلاثمئة مهندس»، وتَوَلّت «ناسا» الإطلاق والعمليات البرية، وأسهمت أوروبا بالمعدات وبتمويل تليسكوب الفضاء «هابل» منذ البداية. والعجيب أنّ هذه الإنجازات ذُكِرَت بشكل عابر.

يشير المؤلفان بالفعل إلى أن علوم الفضاء نشاط دولي حقًّا، وتتم إدارته عمومًا بشكل حر، وسخيّ، وروح تتسم بالاحتواء، بالرغم من الأخطاء العَرَضِيّة. وبالرغم من ذلك.. فـ«القومية الفضائية» الضمنيّة المتغلغلة في كتاب «أحلام العوالم الأخرى» تشوِّه عملًا مفيدًا ومثيرًا للاهتمام. ■

جون زارنيكي المدير العلمي بالمعهد الدولي لعلوم الفضاء ببرن. لديه أكثر من 30 عامًا من الخبرة في بعثات علوم الفضاء، بما في ذلك تليسكوب الفضاء «هابل»، وبعثة «جيوتو»، وبعثة «كاسيني-هيجنز».
البريد الإلكتروني: john.zarnecki@open.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MARK KESSELL

الإنفصال الأبدي، إحدى صور مارك كيسيل من مجموعته «العينات المثالية».

س وج مارك كيسيل
مصوِّر دورة الحياة

لقد وضع مارك كيسيل ـ الطبيب السابق الذي تحوَّل لاحتراف فن التصوير ـ بصمته الإبداعيّة في تصوير نشأة وتطوّر الإنسان باستخدام النمط القديم للتصوير الدّاجيريّ. وبالنسبة إلى آخِر معارضه الفنية الذي أقيم في نيويورك، فإنّه يتحدث عن التقاطه لصور الرئيسيّات، وملاقط الجراحة، والحالات المُشارِفة على الوفاة، والمواليد الحديثة.



ILLUSTRATION BY JIM SPENCER BASED ON PHOTO BY MARK KESSELL

ما هي مجموعة «العيِّنات المثاليّة»؟

إنها بمثابة مشروع تصوير فوتوغرافي لدورة حياة الجنس البشري. وقد حاولتُ أنْ أجعل الصورَ سهلة الفهم، بحيث يستطيع أي شخص ملاحظة الإنسان فيها بشكل مميز.. فعرضتُ فيها فترة الحَمْل، وتطوّر الجنين، والولادة، والشيخوخة، والوفاة. أردتُ من هذه الصور أن تثير تساؤلات لدى مشاهديها عن معنى أن نكون بشرًا من منظور بيولوجي.

هل تستطيع أن تخبرني عن نماذج الأجنة؟

هناك هيكل عظمي غريب لإنسان صغير، يعود إلى حوالي عام 1890، لديه محجران واسعان، وليس لديه دماغ. تُظْهِر طريقة تثبيته داخل الزجاجة وهو مبتسم لأعلى وجاثِم على رأس مسمار حجمَ المأساة التي تَعَرَّضَ لها هو وأمه. وهناك أيضًا جنين طبيعي يبلغ من العمر أربعة أشهرٍ، غير مُلْتوٍ، يقف باعتدال، ويبدو كمخلوق فضائيٍّ صغيرٍ. بإمكانك رؤية أوعيته الدموية تحت جلده الرقيق الشفاف، وقطع جمجمته التي لم تندمج بعد. في زجاجة أخرى، توجد ثلاثة أجنة متطابقة، حيث تعرَّضَتْ هذه الأجِنّة لإجهاض تلقائي. وكانت هذه الأجنة مشتركة في الدم نفسه في يومٍ ما، لكنْ الآن انفصل كل جنين عن الآخر، وأصبح كل منهم وحيدًا إلى الأبد.

كيف تَلتقِط صورَ الميلاد والموت؟

بالنسبة إلى الولادة، عليك أن تجد امرأةً شجاعةً وزوجًا كريمًا... وعند لحظة خروج الطفل عليك أن تقف بالكاميرا الخاصة بك بين ساقي السيدة. إنها لحظة مثيرة، ولا يمكن نسيانها، ولكنها في الوقت ذاته مُرْبِكة!.. حيث تشاهِد خروج رأس كبير من منفذ صغير. أما بالنسبة إلى الوفاة، فإنني أحصل على إذْنٍ من أقارب الشخص الذي أوشك أنْ يفارق الحياة؛ لتوثيق اللحظات الأخيرة في حياة مَنْ يحبون. وتُظْهِر إحدى الصور شفاهَ سيدة تلفظ كلماتها الأخيرة. هناك أناسٌ كثيرون يتجنّبون الخوض في هذا الموضوع، لكنّ الموت عملية بيولوجية، فلماذا التظاهر بغير ذلك؟

ما الدور الذي يلعبه تدريبك الطبي؟

لم ألتقط صورًا حتى بلغت التاسعةَ والثلاثين. وعندما كنتُ ذات مرة في رحلة برية مع صديقتي في أرجاء أستراليا، قدّمَتْ لي كاميرا بلاستيكية تصلح للاستخدام لمرة واحدة فقط. وفي غضون عامٍ واحد، اعتزلتُ الطب؛ والتحقتُ بكلية للفنون في مانهاتن. في البداية، تخيّلتُ نفسي ألتقط صورًا لمناظر

مارك كيسيل: العيِّنات المثالية
معرض «لاست رايتس» الفني، مانهاتن، نيويورك، 17 أغسطس ـ 21 سبتمبر.

طبيعية نائية ‹‹لناشيونال جيوجرافيك››، لكنني فكرتُ مليًّا.. لماذا عليَّ أنْ أحاربَ الماضي الذي يخصُّني؟.. لقد تذكرتُ «إيجبرت»، تلك الجثة التي قمتُ بتشريحها في أثناء دراستي للطب. لقد شُرِّحَت الجثة طوليًّا، بحيث تستطيع رؤية الدماغ داخل جمجمته. كَمْ يبدو هذا المصدر الإنساني ضعيفًا للغاية! وعندما تَوَجَّبَ علينا تشريح الذراع البشرية، كنتُ مرتعبًا من الدقة البالغة في اليد.. فقد خُلِقَتْ ببراعة تَفُوقُ بشكلٍ بعيد أيَّ براعة تكنولوجية.

هل لديك شك في أنّ الإنسان مخلوقٌ مميزٌ؟

إنّ معظم التصرفات التي اعتُقِدَ أنّ الإنسان ينفرد بها حتى عهد داروين كانت لدى كائنات أخرى أيضًا. فلدى الغِرْبَان روح اللعب واللهو، وتكوين القرابات الاجتماعية، والتأمل في المستقبل، ويبدو ذلك جليًّا في سلوكها. وفي مجموعتي التي تحمل عنوان ‹‹أصدقاء متفرقون››، حاولتُ دراسة مدى استيعابنا للمخلوقات الأخرى من خلال عرض صورٍ لحيوانات رئيسة، وطيورٍ وزواحفَ في وضعيّات تبدو معبِّرة عن العواطف الإنسانية. وفي مجموعة ‹‹صندوق العيّنات›› هناك الآلاف من الصور لعيّنات من الحيوانات مثبَّتة على جدران وسقف وأرضيّة غرفة صغيرة. كل ما يملأ الغرفة ميّتٌ، عدا الوجوه الفضولية لمشاهدي الصور التي تصوِّرها كاميرات مخفِيّة في تلك الغرفة.

ما هي الموضوعات الأخرى التي قمتَ بتغطيتها؟

مجموعة «الأدوات الجراحية»، التي صوَّرْتُ فيها أدوات معينة، كمقص عمليات التجميل، والمُوَسِّعات الإحليليّة لتبدو في الصور حيةً. هذه الصور هي الأكثر عدوانيّة بين صُوَرِي. فقد استُخدِمَت إحداها كمُلْصَق لفيلم الرعب ‹‹النُّزُل›› الذي أُنتِج وعُرِض في عام 2005، والذي لا أمتلك الجرأة الكافية بَعْدُ لمشاهدته. لست متأكدًا من أنني كنتُ مدركًا كَمْ كانت هذه الصور مرعبةً خلال تصويري لها. فقد صُمِّمَت هذه الأدوات لتمزيق وتقطيع اللحم البشري، وتغيير الجسد الذي يحدِّد هويتنا بشكل كبير.

هل تدفع أعمالُك الناسَ إلى إسقاط الافتراضات المسبقة؟

إنني أرغب في جَعْل الناس يختبرون افتراضاتهم بطريقة تشبه تلك التي يقوم بها العلماء. ففي كل مجموعة هناك شيء يظهرعلى خلاف حقيقته. والعديد من المشاهدين يرون مجموعة «الأدوات الجراحية» كنماذج وقطع نباتية. في مجموعة ‹‹أصدقاء متفرقون›› قد يظن البعض أن صور الحيوانات تمثّل وجوهًا بشريةً، والعكس صحيح. في مجموعة ‹‹العيّنات المثالية›› يصعُب تمييز الأجسام الميّتة من الحيّة. أريدُ أنْ يتساءل الناسُ «لماذا يريد هذا الفنّان أن يُرِينا هذا؟»

لماذا استخدمتَ عملية التصوير الدّاجيريّ؟

إنها طريقة مميزة بشكل فاتن، لكنها صعبة التحكم. تعتمد النتائج فيها على كيفية صَقْل صفائح الفضة، وعلى كثافة المواد الكيميائية المستخدَمة، وشدة الضوء. فالمناطق التي تتعرض للإضاءة المفرطة تُظهِرُ ظِلالاً زرقاء رائعة. وأنا كطبيب، تعلّمتُ أن أفحص وأُعايِر.. لكن الأمور مختلفة في التصوير الداجيري، فالتكرار الدقيق أمرٌ صعب للغاية. فلأنها فضة نقيةٌ، وهي أيضًا مرآةٌ، يمكنك رؤية صورة وجهك تنعكس من خلالها، مثلما أرى وجهي فيها. ■

أجرى المقابلة: جاشا هوفمان

مراسلات

رقابة إضافية على تجارب H7N9

تعلن «الإدارة الأمريكية للخدمات الصحية والبشرية» HHS عن عملية مراجعة جديدة لبعض تجارب «الاكتساب الوظيفي» gain-of-function التي تُجرى على فيروس إنفلونزا الطيور «أ» H7N9، والتي تم تقديم بعضها الأسبوع الأول من شهر أغسطس الماضي بواسطة علماء الإنفلونزا (R. A. M. Fouchier *et al*. *Nature* **500**, 150-151; 2013).

وبشكل خاص.. سوف تخضع أي تجارب من المتوقع أن تُولد فيروسات H7N9 ذات قدرة متزايدة على الانتقال بين الثدييات عن طريق الرذاذ التنفسي لمستوى مراجعة إضافي بواسطة «الإدارة الأمريكية للخدمات الصحية والبشرية» قبل إجراء التجارب باستخدام التمويل الذي تقدمه.

سوف تراعي مراجعة الإدارة الأمريكية للخدمات الصحية والبشرية» قبول هذه التجارب في ضوء فوائد الصحة العامة والفوائد العلمية المحتملة، كما ستبحث في مخاطر السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي، وتحدِّد أي تدابير إضافية لازمة لتخفيف تلك المخاطر. وسيتم إجراء المراجعة بواسطة فريق بارز من الخبراء الفيدراليين متعددي التخصصات، ممّن لديهم خلفية عن الصحة العامة، والطب، والأمن، وسياسات العلوم، والصحة العالمية، وتقييم المخاطر، والقانون الأمريكي، والأخلاقيات.

هذا المنهج ـ المُشابِه للمُتَّبَع بخصوص تجارب مُعيَّنة تجرى على فيروس الإنفلونزا H5N1 (انظر: go.nature.com/vpmplf) ـ يسمح «للإدارة الأمريكية للخدمات الصحية والبشرية» بتركيز الجهود الرقابية الخاصة على التجارب ذات الأهمية، مع السماح للتوصيف الروتيني والبحوث الأساسية الأخرى بالمُضِيّ قُدُمًا بسرعة؛ وبالتالي يؤدي إلى تمكين استجابة قوية للصحة العامة.

وتوفِّر دراسات الاكتساب الوظيفي رؤى مهمة حول كيفية تكيُّف فيروس «أ» H7N9 مع المصابين من الثدييات، وإحداث المرض وانتشاره لدى آخرين، ولكنها قد تشكِّل أيضًا مخاطر على السلامة البيولوجية والأمن البيولوجي. وللتأكد من أنّ إجراء البحث المشتمل على فيروس H7N9 يتم بسلامة وأمان، قامت المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها مؤخرًا بإعادة فحص شروط السلامة البيولوجية الخاصة بإجراء التجارب المشتمِلة على فيروس H7N9. وفي شهر يونيو من عام 2013 أصدرت هذه المراكز توصيات مرحليّة؛ لتقييم المخاطر ومستوى السلامة البيولوجية (انظر: go.nature.com/gknn9a).

هارولد دبليو. جافي، مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها، أتلانتا، جورجيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
إيمي بي. باتيرسون، المعاهد الوطنية للصحة، بيثيسدا، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
pattersa@od.nih.gov
نيكول لوري، الإدارة الأمريكية للخدمات الصحية والبشرية، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.



دعونا نحذو حذو أوباما؛ ونقوم بتخفيض الرواتب

عند النظر في أثر ضبط الميزانية الأمريكية الخاصة بالعلوم (انظر، على سبيل المثال، *Nature* **499**, 147-148; 2013)، فإنني لا أرى أيّ ذِكْر لتخفيضات الرواتب. إن تخفيض رواتب فريق العلوم المدعوم من الحكومة الفيدرالية بنسبة 5%، متضمنًا الموظفين الإداريين وموظفي الوكالات، سوف يؤدي ـ بشكل ملحوظ ـ إلى تقليل الحاجة إلى اقتطاع البرامج العلمية.

إنّ العلماء الأمريكيين ليسوا فقراء معدمين.. إذ تصل مرتبات علماء «ناسا» ـ على سبيل المثال ـ إلى 160 ألف دولار أمريكي في السنة للفرد، إلى جانب المزايا الإضافية السخيّة الأخرى، بينما يجني الكثير من الأساتذة الجامعيين في الجامعات الأمريكية الرائدة أكثر من ذلك المبلغ بكثير. إن خفض 5% من مرتبات 12 شهرًا والمرتبات الصيفية لن يجعل هناك أي شخص من المعوزين.

وسوف يكون هذا التخفيض أكثر فعّالية من أي مقترحات قُدمت للكونجرس لإظهار اهتمام العلماء بمشاريعهم، وأنهم يرغبون في المشاركة في وضع النفقات الفيدرالية الأمريكية تحت السيطرة.

أشك في أنْ يرفض أي عالِم قبول منحة تحمل شرط تخفيض الراتب بنسبة 5%، إذا كان البديل هو عدم تقديم منحة على الإطلاق. لقد اتخذ الرئيس باراك أوباما مبادرة تخفيض الرواتب؛ لتمهيد الطريق... فدعونا نحذو حذوه.

بيتر فوكال، ناهانت، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
pvfoukal@comcast.net

تطوير شبكات الكهرباء الجديدة بشكل متزامن

سوف تعتمد نظم الكهرباء الأمريكية والأوروبية المستقبلية على التطور المتناغم بين شبكات منخفضة ومتوسطة الجهد «الذكية» مع الشبكات عالية الجهد «السوبر» (انظر: M. Amin *Nature* **499**, 145-147; 2013). وبدون بذل العناية الكافية، يمكن لهذين التطورين أن يُضعِف كل منهما الآخر، بدلاً من أنْ يعزِّزه.

وكلتا الشبكتين ـ الذكية، والسوبر ـ تشملان ثلاث طبقات (انظر: go.nature.com/7flk7s): الفيزيائية (تدفق الطاقة)، والإلكترونية (تكنولوجيا المعلومات)، والاجتماعية الاقتصادية (أصحاب المصلحة). وهناك مشكلات مهمة في الطبقة الفيزيائية، لكن الضغوط العظمى ستظهر في الطبقة الاجتماعية الاقتصادية، حيث يقدّم أصحاب المصالح الأنانيُّون المصالح المحلية، أو القارِّيَّة.

لقد أصبحت الشبكات الذكية المتعلقة بالمستهلكين المحليين هي نفسها منتجة الكهرباء. وهذا يمكنه أن يقلل من الحاجة إلى شبكات نقل عالية الجهد، حيث إن الطاقة المحلية تقوم بخدمة المستخدمين القريبين.

وسوف تساعد الشبكات السوبر على الاستعانة بمصادر الطاقة المتجددة واسعة النطاق، وضمان إمكانية الاعتماد عليها. وسوف ترأس شركات النقل تطويرها، في الوقت الذي يجب على هذه المشروعات التكيُّف مع الشبكات الذكية الناشئة.

وإذا لم تتم مواءمة نهج الشبكات الذكية والسوبر، سوف تكون النتيجة نظامًا كهربائيًّا أكثر هشاشة. وليست التقنيات فقط هي التي تحتاج أن تتطابق.. فلوائح السياسات، وهياكل السوق يجب أن تكون كذلك أيضًا.

ويجب ألا يكون الذكاء مجرد قضية من أجل شبكات محلية أفضل فقط، لكنْ من أجل النظام الكهربائي ككل.

إيتوري بومبارد، مارسيلو ماسيرا، مركز البحوث المشتركة للمفوضية الأوروبية، معهد الطاقة والنقل، بيتن، هولندا.
ويليام جيه. نوتال، الجامعة المفتوحة، ميلتون كينز، المملكة المتحدة.
william.nuttall@open.ac.uk

إزالة الحواجز؛ لزراعة زيت النخيل

إننا نتساءل عما إذا كان استخدام التنميط الجيني الدقيق لتعزيز إنتاج زيت النخيل سوف يقلل كثيرًا من المساحة المُخصَّصة لزراعة النخيل (R. Singh *et al*. *Nature* http://doi.org/ndc; 2013) أم لا.

إنّ الطلب العالمي على زيت النخيل يتزايد من قِبَل صناعة المواد الغذائية، والوقود الحيوي؛ مما يدفع إلى التوسع في المزارع في الغابات، وأراضي الخُثّ (الفحم الحجري الذي لم يكتمل تَحَوُّله إلى كربون). وحيث تولِّد الإنتاجية الأعلى أرباحًا أكبر، فسوف تغامر شركات أكثر لإنتاج زيت النخيل، ويمكن أن يتم تطوير أراضٍ متاخمة أيضًا.

لذا.. ينبغي أن تقترن خطوات زيادة إنتاجية زيت النخيل بوجود ضوابط حكومية صارمة بشأن التوسع في المزارع الموجودة، حتى المناطق الحساسة بيئيًّا.

وقد فرضت بعض الدول قيودًا على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تراخيص المزارع الجديدة، ولكن بنجاح محدود. ففي أندونيسيا ـ على سبيل المثال ـ ارتبط انتشار سحب الدخان الناتجة عن حرائق مؤخرًا بإعداد أراضي الخث؛ من أجل زراعة نخيل الزيت. وما يقرب من نصف هذه الحرائق وقعت في المناطق التي أُوْقِفَ فيها نشاط الحصول على تراخيص جديدة (انظر: go.nature.com/doiwwf).

فِن دانييلسن، الوكالة الشمالية للتنمية والبيئة، كوبنهاجن، الدنمارك.
fd@nordeco.dk
فيزال باريش، مركز البيئة العالمي، سيلانجور، ماليزيا.

نموذج إنفلونزا الطيور H7N9 لابن مقرض

إننا نتساءل عن الصلة بين الدراسات المُصمَّمة للتحري عن قدرة انتقال فيروس إنفلونزا الطيور «أ» H7N9 بين حيوانات ابن مقرض والأوبئة البشرية (M. Richard *et al*. *Nature* http://doi.org/njc; 2013؛ انظر أيضًا: R. A. M. Fouchier *et al*. *Nature* 500, 150-151; 2013)

لقد أثبتت دراسات سابقة نقل ابن مقرض للنوع «أ» البري من فيروس H7N9 (H. Zhu *et al*. *Science* **341**, 183-186; 2013; and Q.Zhang *et al*. *Science* **341**, 410-414; 2013). ومع ذلك.. فإن النتائج في تناقض صارخ مع الأدلة على أنّ انتقال المرض من إنسان إلى إنسان أمر نادر للغاية.

إن التناقض بين نقل الفيروس في حالة حيوانات ابن مقرض والإنسان يقوِّض القيمة المزعومة لتجارب «الاكتساب الوظيفي» GOF، التي تتبع المتغيرات المُعدَّلة وراثيًّا لفيروس «أ» H7N9. وحتى الآن، تم نشر هذه الدراسات ومقترح القيام بتجارب الاكتساب الوظيفي (R. A. M. Fouchier *et al*. *Nature* **500**, 150-151; 2013) بدون التساؤل بجدية عن جدوى اختيار نموذج ابن مقرض.

يمكن أن يختلف الفيروس ـ الذي يحدث بشكل طبيعي ببراعة ـ عن أي فيروسات منتجة معمليًّا. وفي هذه الحالة، ستحتاج القدرة على الانتقال بين البشر، وظهور المضادّات ومقاومة الدواء إلى التقييم بواسطة دراسات السلالة الفعليّة للفيروس. وفي الواقع، يمكن أن تكون البيانات من تجارب الاكتساب الوظيفي مُضلِّلة.

إن المفارقة في دراسات الاكتساب الوظيفي هي أن هذه النتائج من المحتمل أن تكون مفيدة للصحة العامة فقط، إذا نشأ الوباء من حادث مختبر، وهو الأمر الذي يخشاه الكثيرون إذا تنامى هذا العمل.

مارك ليبسيتش*، كلية هارفارد للصحة العامة، بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
mlipsitc@hsph.harvard.edu

*بالإنابة عن 4 من المشاركين في التأليف. أعلن اثنان من المؤلفين عن وجود تضارب في المصالح المالية. انظر: go.nature.com/eco2zz للحصول على التفاصيل، ولرؤية قائمة المؤلفين الكاملة.

استخدام كلمة «إيكولاب» كان غير لائق

بصفتنا مُنظمي ندوة حول التأثيرات الجينية للإشعاع عقب كارثة فوكوشيما، التي عقدت في الاجتماع السنوي لهذا العام لجمعية البيولوجيا الجزيئية والتطور، فإننا نعترض بشدة على عنوان التقرير الخاص بكم «فوكوشيما تقدِّم نموذجًا حقيقيًّا لإيكولاب» (*Nature* **499**, 265-266; 2013).

من وجهة نظرنا، ووجهة نظر كثيرين آخرين من اليابان ومن أماكن أخرى، قاموا بإبلاغ اعتراضاتهم لنا.. فإن ذلك يعكس عدم وجود تعاطف بين الباحثين بعضهم البعض ومعاناة الناس والحيوانات المتضررين من كارثة محطة الطاقة بفوكوشيما.

إن العلماء الذين يبحثون في الآثار المترتبة على الأحداث الكارثية التي حدثت في مارس 2011 ـ ومن ضمنهم أعضاء فريق مناقشة الندوة ـ يأخذون دائمًا بعين الاعتبار بشكلٍ أساسي آلام الناس في فوكوشيما، ولن يسيء إليهم وَصْم الباحثين لهم، أو تصنيف بيئتهم البحثية على أنها استغلال للكارثة التي وقعت.

إن العنوان الخاص بكم لا يعكس أهداف ندوتنا، أو بحوث المشاركين في المناقشة.

توموكو واي. ستين، جامعة جورج تاون، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.
tys8@georgetown.edu
مارتا إل. وين، جامعة فلوريدا، جينسفيل، الولايات المتحدة الأمريكية.

سرعة إطلاق غاز الميثان

أشار جيل وايتمان وزملاؤه إلى أن انفتاح المحيط القطبي الشمالي يمكن أن يجلب تكاليف اقتصادية أكثر من الفوائد، وذلك بسبب التأثيرات المناخية الناجمة عن الإطلاق المفاجئ لـ50 جيجا طن من غاز الميثان من المنطقة (*Nature* **499**, 401-403; 2013). ومع ذلك.. فإن مراجعتنا للمنشورات الخاصة بتأثير تراجع الجليد البحري على تبادل غازات الاحتباس الحراري بالقطب الشمالي تشير إلى أن إطلاق غاز الميثان من المرجَّح أن يكون أكثر تدرجًا، بسبب المعدل البطيء لتغلغل الحرارة إلى المنطقة الجليدية دائمة التجمد تحت سطح البحر (انظر: F. J. W. Parmentier *et al*. *Nature Clim. Change* **3**, 195-202; 2013). ولذلك.. نعتقد أن السيناريو المُقدَّم غير محتمل.

وعلى الرغم من أن المحيط القطبي يمثل مصدرًا هائلاً لغاز الميثان، فإنه لا يزال هناك الكثير من الأشياء المجهولة. ولذلك.. ينبغي أن يشتمل أي بحث يفترض وجود زيادة كبيرة في الانبعاثات الناتجة عن هذه المنطقة على مناقشة وافية للشكوك المتعلقة بهذا المصدر.

فرانس-جان دبليو. بارمنتييه، توربن آر. كريستنسن، جامعة لوند، السويد.
frans-jan.parmentier@nateko.lu.se

تأثير ظاهرة الاحتباس متفاوت

نحن نؤيد الدعوة إلى مزيد من النماذج المتكاملة الأكثر دقة للتكاليف والفوائد المترتبة على ظاهرة الاحتباس الحراري بالقطب الشمالي (G. Whiteman *et al*. *Nature* **499**, 401-403; 2013). وينبغي على هذه النماذج دراسة توزيع هذه التكاليف والفوائد داخل البلدان، وكذلك فيما بين البلدان.

إنّ ذوبان الجليد ـ مثلما عَرَضَ وايتمان وآخرون ـ يؤدي إلى انبعاثات غاز الميثان المُكلِّفة. إضافة إلى ذلك.. فإنه يدمِّر البنية التحتية اللازمة للشحن والنقل واستخراج الغاز والبترول والمعادن عند خطوط العرض الشمالية العالية؛ لأن الأرض الصلبة سابقًا فَقَدَتْ سلامتها الهيكلية.

وتتوقع المنظمة الإنسانية «دارا» DARA ـ ومقرها مدريد ـ أن تصل تكلفة هذا الضرر في القطب الشمالي إلى 80 مليار دولار أمريكي سنويًّا بحلول عام 2030 (انظر: go.nature.com/vnlzax). سوف يتم توزيع هذه الخسائر بشكل غير متساوٍ، مع احتمال حدوث أكثر من 90% منها في روسيا. وسوف تتفاوت الفوائد من استخراج الموارد الطبيعية أيضًا تفاوتًا كبيرًا بين البلدان. كما سيتعرض السكان الأصليون في أقصى الشمال ـ المُهَمَّشون بالفعل ـ إلى مزيد من الصعوبات الاقتصادية، وتدهور في أوضاع صَيْدِهم التقليدي، وتدهور في ممارسات استخدام الأراضي.

نعتقد أن التوزيع غير المتكافئ لتكاليف وفوائد ظاهرة الاحتباس بالقطب الشمالي يدعو إلى نهج جديد لإدارة الحكم في المنطقة. وينبغي أن يضمن ذلك التعويضَ والدعمَ المتكافئ لأولئك الناس الأكثر تضررًا.

جانيس هوبيرج، فرانسيسكو أسكوي، جامعة إدنبرة، المملكة المتحدة.
janis.hoberg@gmail.com

مشروعات الدماغ تحتاج إلى أساس أقوى

قد تكون مبادرة «برين» BRAIN بالولايات المتحدة، وقد يكون أكثر فائدة مقارنة مشروع الدماغ البشري الخاص بالمفوضية الأوروبية بمبادرة رئيس الولايات المتحدة الأسبق ريتشارد نيكسون «الحرب على السرطان» عن أن مقارنتها بمشروع الجينوم البشري (*Nature* **499**, 253, 272-274; 2013).

فعلى الرغم من مئات الملايين من الدولارات التي أُنفقت بعد إصدار القانون الوطني للسرطان لنيكسون في عام 1971، ما زالت نهاية تلك «الحرب» بعيدة المنال. وفي ذلك الوقت، عَلَّقَ عالِم الأورام سول سبيجلمان قائلًا: «إن الجهد الشامل في هذا الوقت سيكون مثل محاولة إنزال إنسان على سطح القمر بدون معرفة قوانين نيوتن للجاذبية».

الشيء نفسه يمكن أن يقال على المشروعات الضخمة لرسم خرائط الدماغ هذه.. فنحن لم نعرف الكود العصبي بعد، وليس لدينا سوى أبسط فهم لتوقيع الديناميكيات غير الخطيّة لوظيفة الدماغ.

كان الفهم السليم للمبادئ العلمية الأساسية أساسيًّا لنجاح مشروعات عملاقة، مثل الهبوط على سطح القمر، ومشروع مانهاتن. وبدون ذلك.. قد تكون جهود رسم خرائط الدماغ سابقة لأوانها.. وهو ما يشابه رسم خرائط لرقاقات الثلج، بينما يتم تحويل الجهود بعيدًا عن فهم المبادئ العلمية التي تولدها.

لقد كانت لمشروع الجينوم البشري فائدة عظيمة للعلم، لكنّ هذا المشروع ـ في حد ذاته ـ كان إنجازًا للهندسة. ومن غير المرجَّح أن يوفِّر المشروع مخططًا مناسبًا ـ في أي وقت ـ لأكبر معضلة تشغل العقل البشري.

دين بونومانو، معهد أبحاث الدماغ، جامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس، الولايات المتحدة الأمريكية.
dbuono@ucla.edu

مايكل جون موروود

(2013 - 1950)

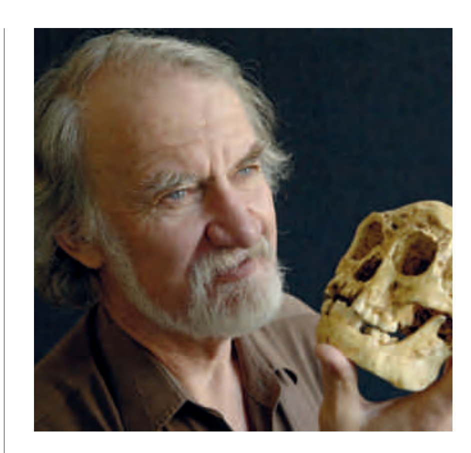
عالِم آثار متخصص في الفنون الصخرية، ورائد الكشف عن الهوبيت.

كان مايكل جون موروود – الذي اعتاد زملاؤه أن يلقبوه بمايك – مشاكسًا ـ على حد قول الأستراليين ـ قلبًا وقالبًا. وكان يطيب له أن يضع فوق رأسه قبعته المجعدة التي تنتمي إلى قبائل البوشمن خلال رحلاته الميدانية، ولم يضيع وقته في الثرثرة قط. ولقد أضفت نظرته الفاحصة الساخرة على هيئته مظهرًا حماسيًّا بعض الشيء. وقد أضفت كلٌّ من رؤيته، وبديهيته، وقيادته إلى كَشْفه في عام 2003 لجنسٍ قديم من البشر، اسمه العلمي *Homo floresiensis*، عثر عليه ضمن حفريات شرقي إندونيسيا. وبالنظر إلى الهيئة القصيرة لهذا الجنس، أطلق عليه موروود اسم «هوبيت»، تَيَمُّنًا بالسكان الخياليين للأرض الوسطى في رواية «ملك الخواتم» للكاتب جيه. ر. ر. تولكين.

وُلد موروود في عام 1950 في مدينة أوكلاند بنيوزيلاندا، وتوفي متأثرًا بمرض السرطان في مدينة داروين بأستراليا في الثالث والعشرين من يوليو الماضي، وهو في طريقه إلى إندونيسيا. وقد انبهر موروود بالفن الصخري لسكان أستراليا الأصليين، الذي يؤرخ لصلاتهم العتيقة بجنوبي شرق آسيا. وانطلاقًا من كونه عالم آثار بالقطاع الحكومي في مدينة كوينزلاند، وخلال إعداده لأطروحة الدكتوراة الخاصة به في الجامعة الأسترالية الوطنية بمدينة كانبرا، كان موروود على رأس القائمين على دراسات تمزج ما بين الفنون الصخرية والأدوات الأثرية المصنوعة يدويًّا التي استُخرجت من أعمال التنقيب في كوينزلاند. وبعد أن انضم إلى جامعة نيو إنجلاند بمدينة أرميديل، بولاية نيو ساوث ويلز في عام 1981، ركّز في دراساته على المواقع الأثرية في شمال كوينزلاند؛ مما أثمر عن دراسة أحادية الموضوع، تناول «الفن الصخري في حقبة ما قبل التاريخ» *Quinkan prehistory* (Tempus, 1995). يعطي هذا العمل الشمولي ـ الذي نقّحه زميل عمره دوجلاس هوبس ـ منظورًا متعدد التخصصات عن 50 ألف سنة من النشاط البشري في سياق بيئي، ويحدد الإطار العام للمشروعات التالية لموروود في غربي أستراليا وإندونيسيا.

عمل موروود رئيسًا لجمعية أبحاث الفنون الصخرية الأسترالية خلال الفترة من 1992 إلى 2000، وفي عام 2002 نشر كتابه «رؤى من الماضي» *Visions from the Past* (ألين وأنوين). وفي هذا الكتاب ـ الذي نال تقدير النقاد ـ قدَّم لنا موروود تحليلاً قارِّيًّا للفنون الصخرية وآثار أستراليا القديمة، مستعينًا بتجاربه الأولى التي امتدت إلى ثلاثة عقود كاملة. وفي عام 2007، صار موروود شخصية لامعة في مركز علوم الآثار الناشئ بجامعة ولونجونج في نيو ساوث ويلز، حيث خطَّط لبعثات جديدة إلى إندونيسيا، وقادها، وتَبَنَّى الجيل الجديد من علماء الآثار بالرعاية والتعليم.

في أواسط التسعينات، أدى وجود دليل على الاتصال القديم بين سكان شمال أستراليا وإندونيسيا بموروود إلى تدشين سلسلة من المشروعات على جزيرة فلوريس



OTAGO DAILY TIMES

الإندونيسية، التي تفصلها عن قارة آسيا معابر بحرية كثيرة. انطلق موروود أولاً إلى وسط جزيرة فلوريس، حيث صرَّح عالِم الآثار والقس الهولندي ثيودورس فيرهوفين مرارًا وتكرارًا في الستينات بالعثور على أدوات حجرية ترجع إلى 750000 سنة. تعاوَنَ موروود مع باحثي معهد المسح الجيولوجي في باندونج بإندونيسيا، وكذلك مع علماء التقويم الجيولوجي؛ بغيةَ إثبات أن النتائج التي توصل إليها فيرهوفين صحيحة. وعلى ذلك.. فقد توسَّع فريق موروود في ذِكْر أنّ قِدَم صناعة الأدوات الأثرية على جزيرة فلوريس يعود إلى مليون سنة (ربما على يد أسلاف الجنس البشري H. floresiensis)، وهو أقدم دليل على وجود البشر شرقي خط والاس البحري الذي يفصل ما بين حيوانات إقليم آسيا وأستراليا.

بعدها، زار موروود مجددًا موقعًا آخر من مواقع فيرهوفين، وهو عبارة عن كهف من الحجر الجيري في غرب جزيرة فلوريس، بحثًا عن آثار لأسلاف الأستراليين الأوائل. وقد نجح أسلوبه المباشر والمثابر في التفاوض مع علماء الآثار في معهد المسح الجيولوجي والمركز الوطني للآثار في جاكرتا، فيما فشل في تحقيقه من قِبَل علماء الآثار الأستراليين، وقاد فريقًا أستراليًّا-إندونيسيًّا مع آخرين إلى الكهف في عام 2001. وبعدها بعامين، وبعد أن عاد موروود من رحلته إلى جاوة، تاركًا واحدًا منّا (توماس سوتيكنا) لاستكمال أعمال التنقيب في حفرة عمقها ستة أمتار بالموقع، اكتشف «الهوبيت» هناك، على عكس جميع التوقعات. ونُقلت الأخبار مباشرة إلى موروود، الذي دَبَّرَ وسيلةَ نقل آمنة للحفريات الهشة إلى جاكرتا؛ تمهيدًا لفحصها فحصًا دقيقًا. تمخَّض الكشف عن ملحمة سياسية وعلمية سجلها موروود وبيني فان أوسترزي في كتابهما «اكتشاف الهوبيت» *The Discovery of the Hobbit* (دار نشر راندوم هاوس، 2007). ولمَّا اصطدم باحثون آخرون بأجزاء الهيكل العظمي؛ تحطَّمت العظام، وتبدَّلت، واستُخلصت كعَيِّنة للتعرف على الحمض النووي؛ مما أدى إلى اتهامات صارخة بانعدام الكفاءة، وسوء الخلق، وإنكار شديد لتلك الاتهامات.

نُشر هذا الكشف في دوريّة «نيتشر» في عام 2004؛ واستقطب تمحيصًا علميًّا شديدًا، وتغطيةً إعلامية واسعة؛ مما أفضى إلى تسليط الضوء الإعلامي على موروود ـ ولو على استحياء ـ في بعض الأحيان. أمّا بخصوص الكشف عن أنّ هناك بَشَرًا، أطوالهم لا تتعدى المتر الواحدة، بملامح عتيقة، عاشوا حتى بعد وصول البشر الأوائل *Homo sapiens* إلى جنوب شرق آسيا وأستراليا، فقد قُوبل بالترحاب الشديد من جانب البعض، بينما شَكَّك فيه البعض الآخر. واستجابة إلى المخاوف من ألّا يكون *H. floresiensis* جنسًا جديدًا، دعا موروود باحثين آخرين معنيين بالتطور البشري لدراسة الحفريات، وأَخْذ عينات منها. وأكَّدت روح الاستقصاء الحر هذه على نزاهة موروود، وإصراره على الشفافية. ويُعترف حاليًا بـ *H. floresiensis* كجنس حقيقي، لكن نسله التطوري وتوزيعه الجغرافي، والفترة التي عاش خلالها ما زالت تمثل أسئلة مُعَلَّقة، أمضى موروود العقد الأخير من حياته في البحث عن إجابات لها.

أَجَلَّ موروود التعاونَ طويل الأجل في إندونيسيا بينه وبين الإندونيسيين، ولطالما كان يُكِنّ احترامًا للمجتمعات الأصلية، ويتحرى النزاهة في تعاملاته؛ فكان يعامل زملاءه الخبراء وطلابه معاملة واحدة. وحرص موروود على تعليم طلاب الآثار وصغار الباحثين، وتلقينهم، وبث الحماس في نفوسهم، سواء في أستراليا، أم في إندونيسيا، وأَلْهَمَ المتعاونين معه الإخلاص في العمل.

كانت الرحلات الميدانية مع مايك لا تُنْسَى، نظرًا إلى فضوله الذي لا يفتر، وتعطُّشه للكشف (خاصة عن جنس آخر من البشر، لم يصل إليه العِلْم بعد)، وحِسّ الدعابة اللاذع لديه (فقد مزح ذات مرة قائلاً إن جنس الهوبيت من المفترض أن يُسمَّى *Homo hobbitus*)، وسعادته الغامرة بإضافة سيف جديد إلى مجموعة التحف التي يتباهى بها. قد يكون مايك أيضًا مزعجًا؛ فهو لم يهتم بأي شيء ـ أو حتى أي إنسان ـ خارج مجال رؤيته الشخصية، ولم يكن يصبر على الأعمال الورقية الإدارية التي قد تعرقل تقدُّمه. لقد مَكَّنَتْهُ تلك النظرة الأحادية، وكذلك الإصرار الشديد على تحقيق الكثير في مشواره. إننا سنفتقد ـ نحن علماء الآثار في أستراليا وإندونيسيا ـ بمرارة رفقة مايك، وحماسه الذي لا يهدأ، وعشقه للمغامرة. ■

ريتشارد ج. روبرتس، و**توماس سوتيكنا** يعملان في مركز علم الآثار بجامعة ولونجونج في أستراليا. ويعمل ت. س. أيضًا في المركز الوطني للآثار بجاكرتا، إندونيسيا. وقد تعاونا مع مايك، بدءًا من التسعينات في مشروعات بإندونيسيا وأستراليا، بما في ذلك الكشف عن الهوبيت.

البريد الإلكتروني: rgrob@uow.edu.au

Thomassutikna@yahoo.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحـــــاث

أنبـاء وآراء

منتدى النقاش الجيوكيمياء الحيوية

الطحـــالب العتيقـــة عَبَرَتْ مرحـــلةً فاصلة

كشفت نتائج أن أصداف بعض أنواع الطحالب قد تحتوي على توقيع مستويات منخفضة من ثاني أكسيد الكربون الجوي؛ مما دفع لاكتشاف نشوء هذا التوقيع في السجل الأحفوري. وهنا، يناقش الخبراء محصلة هذه النتائج بالنسبة إلى علوم المناخ وبيئة المحيطات.

الدراسة في سطور

- طحالب المكوّرات الحجرية هي طحالب بحرية تستخدم الكربون غير العضوي في عمليتي البناء الضوئي والتكلس— ترسب كربونات الكالسيوم لإنتاج هيكل خارجي مصنوع من صفائح تسمى المكوّرات الحجرية (الشكل 1).
- نشر بولتون وستول[1] بدوريّة «نيتشر» مؤخرًا أن طحالب المكوَّرات الحجرية تخصِّص كربونًا غير عضوي، على هيئة بيكربونات من ماء البحر، لعملية البناء الضوئي أكثر مما تخصصه لعملية التكلس لدى انخفاض مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوي.
- يسبب هذا التغير في توزيع الكربون فرقًا بين توقيع نظير الكربون في المكوّرات الحجرية الكبيرة والصغيرة.
- رصد المؤلفان هذا الفرق في سجل أحفوري، بدأ منذ 7000000 سنة تقريبًا.
- خلص المؤلفون إلى حدوث انخفاض عالمي في تركيز ثاني أكسيد الكربون الجوي آنذاك.

دروس مناخيّة

ريتشارد د. پانكوست، وماركوس پ. س. بادجر

طَوَّرَ بولتون وستول أداةً لإعادة بناء تركيزات ثاني أكسيد الكربون الغابرة على أساس فروق في تكوين نظائر الكربون بالمكورات الحجرية الكبيرة والصغيرة. ليست طريقتهم مقياسًا مباشرًا لثاني أكسيد الكربون، بل ترتكز على ما يبدو وكأنه استجابة استهلالية لطحالب المكورات الحجرية، التي تمر بتغيرات فسيولوجية عند زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون فوق نطاق 375-575 جزءًا في المليون. استخدم المؤلفون هذه المقاربة ليختبروا مباشرة إنْ كان تركيز ثاني أكسيد الكربون قد تناقص ببطء من مستويات أعلى قبل 10 إلى 12 مليون سنة. ومع تزايد مستويات ثاني أكسيد الكربون الراهنة، تصبح للإجابة عن هذا السؤال نتائج بالنسبة إلى مناخ المستقبل. تتجاوز دراسة المؤلفين كونها مجرد نهج آخر (تشتد الحاجة إليه) لإعادة بناء تركيزات ثاني أكسيد الكربون، بل لها تبعات أيضًا تتعلق بفهم كيفية تأقلم العوالق النباتية مع العالم حولها.

يمكن تحديد تركيزات ثاني أكسيد الكربون الغابرة من الفقاعات الموجودة بالعيِّنات الجليدية الجوفية، لكن هذه السجلات تعود إلى مليون عام فقط. لذا.. يتحتم استخدام نهج الوكيل proxy لدراسة باقي تاريخ الأرض[2]. تقوم مناهج الوكالة هذه على كثافة الفوهات في الأوراق الأحفورية، أي تمييز نظائر الكربون في البناء الضوئي كما سجلتها ألكينونات alkenones (مركبات تنتجها حصريًّا بعض طحالب المكوَّرات الحجرية البحرية)، أو على التكوين النظيري للبورون في العوالق البحرية. هذا.. وتُستخدَم عدة طرق للحد من عدم اليقين.

لسوء الحظ، يقتصر استخلاص بيانات الوكالة للفترة بين 12 و5 مليون سنة ماضية غالبًا على مقاربة ألكينون فقط[3]، وحتى هذه البيانات تبقى مقيدة، وتعود بمعظمها لموقع واحد بجنوب غرب المحيط الهادئ. يشير ذلك السجل إلى أن مستويات ثاني أكسيد الكربون، أثناء هذه الفترة، كانت منخفضة جدًّا (دون 300 جزء في المليون) ومستقرة نسبيًّا، أو تزداد زيادة بسيطة. ومزاوجة هذه الملاحظة مع بيانات ألكينون من مواقع أخرى ومن فترات زمنية أحدث تنتج سجلًّا يبين أن مستويات ثاني أكسيد الكربون وصلت ذروتها منذ 4–5 قرون[4]. وعلى نقيض ذلك.. انخفضت درجات حرارة سطح البحر بثبات في ذات الفترة، كما توسعت الصفائح الجليدية، مما جعل بعض الباحثين[5] يجادل بأن المناخ منبت الصلة بمستويات ثاني أكسيد الكربون.

أنتج بولتون وستول—باستخدام نهجهما—بيانات تمثل نموذجًا مختلفًا جذريًّا لتطور ثاني أكسيد الكربون منذ 12 مليون سنة عن ذلك المشتق من نموذج ألكينون المشار إليه أعلاه. وتدل بياناتهم أيضًا على أن مستويات ثاني أكسيد الكربون كانت مرتفعة منذ 12–7 مليون سنة، وتناقصت منذ 7–5 مليون سنة. وتبيِّن هذه النتائج ـ بشكل حاسم ـ أن مستويات ثاني أكسيد الكربون كانت مقترنة بالفعل بدرجة حرارة المحيط خلال معظم الـ12000000 سنة الماضية.

تتعلق إحدى نتائج المؤلفين الضمنيّة بمقياس ألكينون لثاني أكسيد الكربون آنف الذكر، لأن المكوَّرات الحجرية وألكينونات تشتقان غالبًا من الكائنات الحية نفسها. يقوم نهج وكيل الألكينون على إطار نظري[6]، لا يضع في حسابه امتصاص طحالب المكورات الحجرية النشط لثاني أكسيد الكربون، غير أن بحث بولتون وستول يشير إلى أن هذا الإطار معيب. ورغم أن ذلك لا يعني بالضرورة عدم صحة العلاقة التجريبية التي بُنيت عليها وكالة ألكينون، فقد تكون طريقة تفسير هذه الوكالة وتقديرها استقرائية بالبيئات العتيقة مفرطة التبسيط. وقد يساعد هذا في تفسير الانفصال الواضح ما بين وكيل ثاني أكسيد الكربون القائم على ألكينون، وذلك القائم على المناخ طوال حقبة الميوسين (منذ 23–5 مليون سنة).

ومن المفيد وضع خلاصات الباحثين في سياق الزيادة الحالية بشرية المنشأ لمستويات ثاني أكسيد الكربون، حيث ارتفعت من 280 جزءًا في المليون في زمن ما قبل الثورة الصناعية إلى حوالي 400 جزء في المليون ببعض المواقع هذا الصيف[7]، ربما لأول مرة خلال 4000000 سنة. وأظهر بولتون وستول أنه، أثناء الـ12000000 سنة الماضية، تميزت فترات ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون بدرجات حرارة عالية بشكل لافت، وبصفائح ثلجية أصغر من الموجودة حاليًا. ■

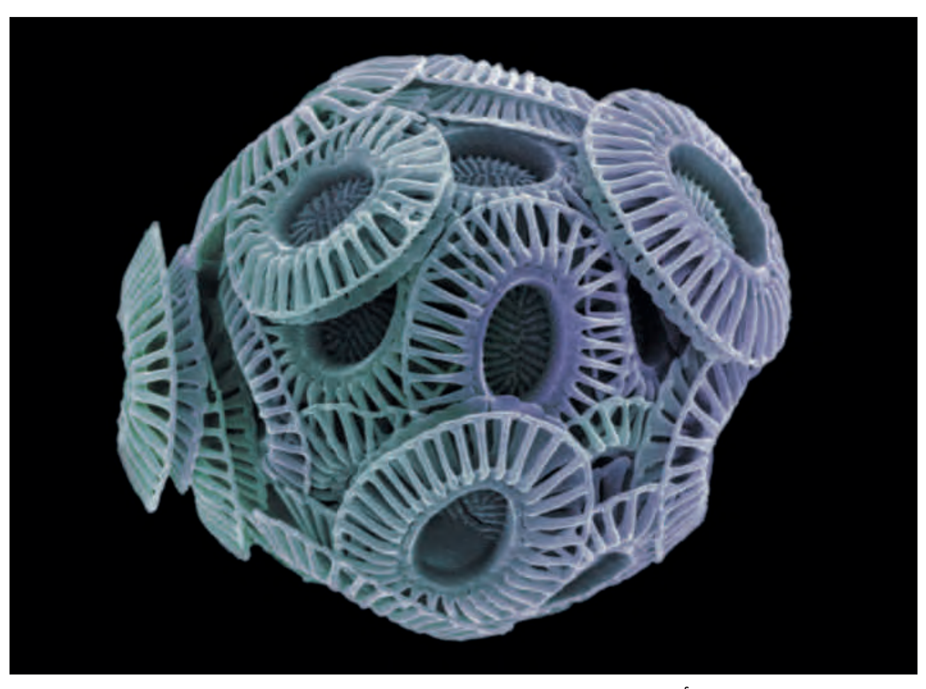
ريتشارد د. پانكوست، وماركوس پ. س. بادجر يعملان بوحدة الجيوكيمياء العضوية بمعهد كابوت، مدرسة الكيمياء، جامعة بريستول، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: r.d.pancost@bristol.ac.uk; marcus.badger@bristol.ac.uk

تغيُّرات البحـر

جون رَيْنفيلدر

نُشر مؤخرًا[8] أنه عند انخفاض تركيزات ثاني أكسيد الكربون، يبدو أن طحالب المكورات الحجرية تحوِّل مسار البيكربونات «المضخوخة» ـ بيكربونات ماء البحر الذي نقلت بشكل نشط إلى الخلايا ـ بعيدًا عن عملية التكلس نحو إنتاج كربون عضوي بالبناء الضوئي. يقدم بولتون وستول توكيدًا مستقلًّا لهذا التحول في أيض الكربون لدى تنويعة من أنواع طحالب المكورات الحجرية من المحيطات الحديثة ومن الماضي الجيولوجي، كما يوضحان أن التعبير عن هذا التحول يعتمد على حجم الخلية. إذن، ماذا تخبرنا هذه النتائج عن إيكولوجية المحيط؟

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1| وكيل لمستويات ثاني أكسيد الكربون الغابرة. طحالب المكورات الحجرية هي طحالب بحرية تتسم بهيكل خارجي من صفائح متداخلة (مكورات حجرية) مكونة من كربونات الكالسيوم. أورد بولتون وسترول[1] أن الفروق في تكوين نظير الكربون في المكورات الحجرية الصغيرة والكبيرة المحفوظة في السجل الجيولوجي توفر معلومات عن مستويات ثاني أكسيد الكربون في الأزمنة الغابرة.

استخدمت معظم دراسات تنظيم البناء الضوئي والتكلس بثاني أكسيد الكربون في طحالب المكورات الحجرية مختلف سلالات طحالب «إيميليانيا هوكسليا» صغيرة الخلايا، لكن نتائج بولتون وستول تبرز الحاجة إلى النظر في أنواع متعددة الأحجام. كذلك قد يؤثر فرط حساسية طحالب المكورات الحجرية الكبيرة تجاه ثاني أكسيد الكربون التي ذكرها المؤلفان في المنافسة بين الأنواع مختلفة الأحجام، مما يسبب تفوق الأنواع الصغيرة على الأنواع الأكبر عند انخفاض تركيزات ثاني أكسيد الكربون، وزيادة طحالب المكورات الحجرية الكبيرة عند ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون. قد يؤثر تركيز الكربون اللاعضوي المعتمد على الحجم في طحالب المكورات الحجرية أيضًا في التدفق الرأسي للكربون الحبيبي العضوي واللاعضوي في البحر، لأن الخلايا والمكورات الحجرية من الأنواع الكبيرة تغطس أسرع من نظيراتها لدى الأنواع الأصغر.

مِحور نتائج بولتون وستول أنه مع تراجع تركيز ثاني أكسيد الكربون في ماء البحر، يصبح الجزء الأكبر من التكلس مدعومًا بثاني أكسيد الكربون الذي يدخل الخلية انتشارًا. يُحوَّل ثاني أكسيد الكربون هذا إلى بيكربونات داخل الخلية لتعويض نقل البيكربونات المضخوخة إلى البناء الضوئي. لذلك، قد تنتج طحالب المكورات الحجرية حمضًا أقل خلال التكلس مع تزايد تركيز ثاني أكسيد الكربون، لأن جزءًا أكبر من عملية التكلس تغذى بالبيكربونات (حيث تنتج مولًا واحدًا من الحمض لكل مول يترسب من كربونات الكالسيوم) وليس بثاني أكسيد الكربون (الذي ينتج مولين من الحمض لكل مول يترسب من كربونات الكالسيوم). ونتيجة لذلك.. ولأن طحالب المكورات الحجرية تمثل جزءًا كبيرًا من إجمالي التكلس في المحيطات، فإن النقص المتوقَّع حاليًا في الأس الهيدروجيني (pH) لسطح المحيط قد يلغي جزئيًّا أثر ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون.

ربما جاءت النتيجة الأكبر بالنسبة لدورة الكربون العالمية من كيفية تأثير تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة في ترسب كربونات الكالسيوم إجمالًا بواسطة طحالب المكورات الحجرية. عند التركيزات المنخفضة مثل 200–400 جزء في المليون، التي حدثت خلال العصور الجليدية السابقة، ولا زالت مستمرة، بدا التكلس يقل مع زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوي[9]. لدى نطاق تركيز أعلى (400-750 جزءًا في المليون)، كالذي يُتوقَّع خلال المئة سنة القادمة، فالأدلة المتصلة بوتائر التكلس ليست حاسمة[8-10]. وإذا زاد جزء البيكربونات المضخوخة المستخدَم في التكلس عند تركيزات أعلى من ثاني أكسيد الكربون، كما تشير نتائج بولتون وستول، فقد يعادل هذا أثر أي كبح للتكلس مرتبط بالتحمض المستقبلي للمحيطات.

وبتزايد تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي خلال 50–100 سنة قادمة، فإن النقلة التي حدثت عبر 3 مليون سنة من تركيزات ثاني أكسيد الكربون العالية إلى المنخفضة التي خلص بولتون وستول إلى حدوثها منذ حوالي 7 مليون سنة ستعاد معكوسة، لكن أسرع بحوالي 30–60 ألف مرة. ورغم أن تأثيرات هذه الكربنة السريعة لمحيطات الأرض في البيئة البحرية وقدرة امتصاص المحيط لثاني أكسيد الكربون الجوي غير مؤكدة، يقدم بولتون وستول تبصرًا بكيفية استجابة مكون حاسم من تجمعات العوالق البحرية بجميع أنحاء العالم لعملية الكربنة هذه. ■

جون رَيْنفيلدر يعمل بقسم علوم البيئة، جامعة رتجرز، نيوبرنزويك، نيوجيرسي، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: reinfelder@envsci.rutgers.edu

1. Bolton, C. T. & Stoll, H. M. *Nature* **500,** 558–562 (2013).
2. Beerling, D. J. & Royer, D. L. *Nature Geosci.* **4,** 418–420 (2011).
3. Pagani, M., Freeman, K. H. & Arthur, M. A. *Science* **285,** 876–879 (1999).
4. Pagani, M., Liu, Z., LaRiviere, J. & Ravelo, A. C. *Nature Geosci.* **3,** 27–30 (2010).
5. LaRiviere, J. P. *et al. Nature* **486,** 97–100 (2012).
6. Bidigare, R. R. *et al. Glob. Biogeochem. Cycles* **11,** 279–292 (1997).
7. http://keelingcurve.ucsd.edu
8. Bach, L. T. *et al. New Phytol.* **199,** 121–134 (2013).
9. Beaufort, L. *et al. Nature* **476,** 80–83 (2011).
10. Iglesias-Rodriguez, M. D. *et al. Science* **320,** 336–340 (2008).

علم الأعصاب

خــرائــط دقيقــة للــدّارات البصــرية

يصل تعقيد الدماغ إلى أنْ تحتوي الدارات العصبية الصغيرة على مئات العصبونات التي تربط بينها آلاف الوصلات. تتيح قابلية الاتصال والتحليل البصري لقطعتين مُرَكَّزتين لدارتين عصبيتين.

ريتشارد هـ. ماسلاند

إن فهم الآليات البيولوجية التي ينتج عنها الإدراك والفعل والتفكير ليس مهمة سهلة. هناك صعوبة كبيرة تتمثل في وجوب تعامل علماء الأعصاب مع مشكلة ذات نطاق مكاني ـ تتراوح مكوّناته حجمًا من وصلات مشبكيّة نانومترية بين العصبونات ووصلات سنتيمترية بين مناطق الدماغ ـ ودراسة هذه النطاقات في الوقت نفسه. وكانت دوريّة «نيتشر» قد نشرت مؤخرًا ثلاثة أبحاث[1–3] تتناول مشكلات الحجم هذه. اثنان منها (من تأليف هلمستيتر وزملائه[1]، وتاكيمورا وزملائه[2]) يستخدمان التقنيات الحسابية لتوسيع مجال العصبونات (الخلايا العصبية) التي قد تكون مشمولة برؤية عالية الاستبانة. والبحث الثالث (تأليف مِيسَك وزملائه[3]) يجمع بين الأساليب الجينية والبصرية؛ لتسجيل نشاط العصبونات الذي كان رَصْدُه مستحيلًا حتى وقت قريب، بسبب صغر حجمه. والأبحاث الثلاثة اتخذت شبكيّة العين نموذجًا دراسيًّا، باعتبارها أول عنصر لمعالجة الصور في التسلسل المؤدي إلى الإدراك البصري.

تضم شبكيّة الثدييات أكثر من 60 نوعًا مختلفًا من العصبونات، لكل منها شكل خاص يُميّزه، ويؤدي وظيفة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

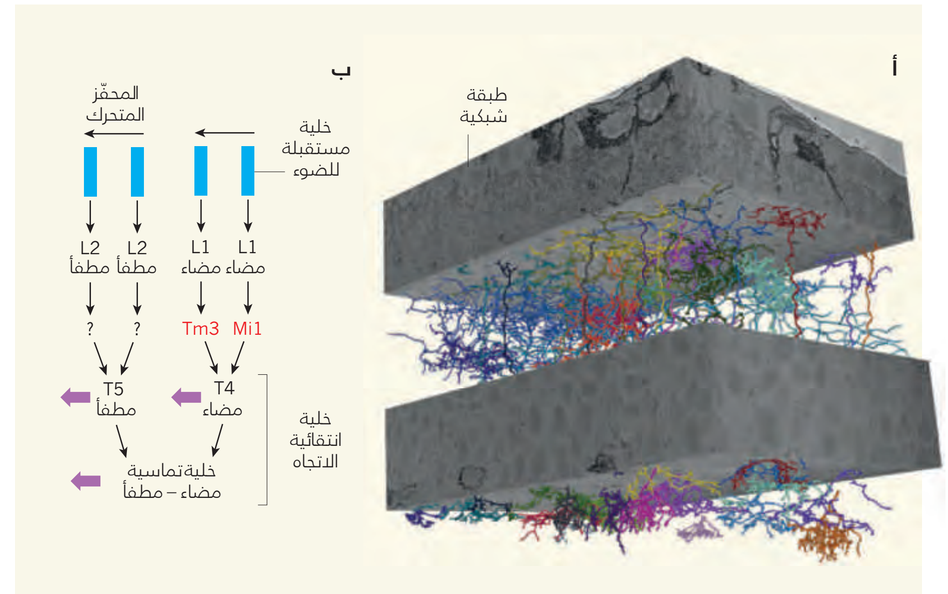
مختلفة[4]. داخل شبكيّة العين، تقوم الخلايا المستقبِلة للضوء باستشعار الضوء، وتُعالج مخرجاتها بواسطة خلايا أفقية عديمة الاستطالة ثنائية القطبية. لاحقًا، يقوم حوالي 20 نوعًا مختلفًا من الخلايا العُقْديّة في الشبكيّة بنقل الإشارة النهائية المشفّرة ـ 20 شكلًا مختلفًا من المُدْخَلات البصرية ـ إلى الدماغ. لذا.. لا يُستغرب أن يكون توضيح قابلية الاتصال العصبية في الشبكيّة مهمّة شاقّة. وكان هلمستيتر وزملاؤه قد أوردوا كونِّكتوم «خريطة أو قائمة بكافة الوصلات المشبكيّة» connectome لطبقة داخلية بشبكيّة الفأر. وقد أنجزوا ذلك بسلسلة مقاطع نسيجية وبمجهرية الإلكترون، ثم إعادة بناء رقمي للخلايا ضمن المجسم الافتراضي الناتج ثلاثيّ الأبعاد.

يكشف التحليل أنماط وصلات يمكنها تفسير الانتقائية التحفيزية لنوعين من الخلايا العُقْديّة، بل إن إعادة البناء التي تضم 950 عصبونًا بأنواعها (الشكل 1أ)، تتيح تصنيفًا محدّدًا لأنواع الخلايا ثنائية القطبية. ويضاهي التصنيف الجديد ـ بشكل فائق ـ الفهم المعروف لهذه الخلايا[5]، ويستند كثيرًا إلى تحديد الواسمات الجزيئية باستخدام المجهرية الضوئية. ويضيف عمل هلمستيتر وزملائه قيمةً بتقديم توصيفات أعظم دقّة عن بنية الخلايا ثنائية القطب بالعمل بشكل فعال مراقبًا إيجابيًّا، مما يزيد الثقة في أن تحليل أنواع الخلايا عديمة الاستطالة والعُقدية، التي مانعت التصنيف بالتقنيات السابقة، ستكون حاسمة بالقدر نفسه. وهذه هي البداية فقط: فحالما يتم تصنيف هذه الأنواع من الخلايا، يجب أن تتيح الأساليب الأساسية نفسها فكّ رموز الوصلات المشبكية فيما بينها.

أورد تاكيمورا وزملاؤه، وميسَك وزملاؤه تقدّمًا في تناول مشكلة كلاسيكية للحسابات العصبية، هي اكتشاف الحركة البصرية. كان جهاز الاختبار هو عين ذبابة الفاكهة، الحشرة التي يجب أن تحلق سريعًا خلال طيرانها، وتتميز بفعالية عالية في تجنب مفترسيها (على المتشكّكين محاولة اصطيادها بمِقْرَعَة). ومن السهل عمل نماذج بسيطة لاكتشاف الحركة[6،7]، لكن تحديد آلية الأحداث العصبية بدقّة كانت أصعب بكثير. وفي حين لا تستطيع الخلايا المستقبلة للضوء اكتشاف الاتجاه، فإن العصبونات التالية، المسمّاة خلايا تماسّية، مضبوطة بمتانة إلى اتجاه الحركة. في مكان ما بينهما، تكمن الآليّة العصبية التي تنشئ تمييز الاتجاه، لكن العصبونات الحاسمة T4 و T5، أصغر من أن تتيح تسجيلًا كهربيًّا عاديًّا لها. التف مِيسَك وزملاؤه حول هذه الصعوبة بتسجيل النشاط بصريًّا، باستخدام بروتين مؤشّر أُدخل للخلايا بالتقنيات الجينية.

وأظهر المؤلِّفون أن خلايا T4، وT5 تكتشف الحركة البصرية بمجموعات فرعية منها؛ لانتقاء أحد الاتجاهات الأربعة الرئيسة: صاعد، وهابط، ومن الأمام إلى الخلف، ومن الخلف إلى الأمام. وتتميز هذه الخلايا بحساسيتها للتباينات البصرية المعاكسة، فخلايا T4 تستجيب للضوء (ON)، فهي بالتالي حساسة لهوامش الضوء، في حين أن خلايا T5 تستجيب للظلام (OFF)، وهي حساسة للهوامش المظلمة. ولا تؤكِّد تجارب المؤلفين في الحذف الجيني هذه الملاحظة البصرية فحسب، بل تُظْهِر أيضًا أن خلايا T4 و T5 هي المسارات الوحيدة التي تتواسط هذه الوظائف، مع عدم وجود خلايا أخرى يمكنها التدخل وحمل الإشارة. هكذا، تقسم الذبابة المُدْخَلات البصريّة المتحركة إلى ثمانية مكوّنات إجمالية: هوامش مضيئة تتحرك صعودًا ونزولًا، وإلى الأمام وإلى الخلف، وهوامش مظلمة تتحرك بمحاذاة المحاور الأربعة نفسها.

إذًا، كيف تتمكن خلايا T4 وT5 من اكتشاف اتجاه



الشكل 1 | آلية تمييز الحركة في الجهاز البصري[1–3]. **أ،** إعادة بناء 24 من أصل 950 خلية عصبية بين طبقتين من طبقات شبكية الفئران، استنادًا إلى مجموعة بيانات مجهرية الإلكترون. **ب،** الخلايا المستقبِلة للضوء مفصولة بشكل طفيف في الفضاء تتواسط المدخلات إلى خلايا Mi1 وTm3، عبر خلايا L1 وL2 الوسيطة. تتلاقى مخرجاتها (المعلومات الصادرة عنها) على الخلايا T4 التي يمكنها ـ بسبب الفصل المكاني للمدخلات ـ تمييز الحركات الحادثة باتجاهات مختلفة. ويُعتقد أن آلية مشابهة تحدث في خلايا T5، رغم أن الخلايا الوسيط غير معروفة. تستجيب خلايا T4 وT5 انتقائيًّا لأطراف الضوء (ON) أو أطرافه المعتمة (OFF) على الترتيب. وهكذا، على مستوى هذه الخلايا، تتجزأ المُدخلات البصرية إلى ثمانية مكونات منفصلة، يمثل كل منها نشاطًا (مضيئًا) أو (معتمًا)، وأحد اتجاهات الحركة الأربعة (هنا يُشاهَد فقط الاتجاه إلى الأمام، ويشار إليه بأسهم أرجوانية). يعاد تجميع هذه المعلومات لاحقًا بواسطة الخلايا التماسية، كل منها حساس لأحد الاتجاهات الأربعة الرئيسة، ولكل من الأطراف المضيئة والمعتمة. وللاطلاع على تفاصيل تشريحية صحيحة، راجع الشكل 4 من المرجع 2.

الحركة؟ تشير «خريطة الوصلات المشبكيّة» للذبابة ـ التي وضعها تاكيمورا وزملاؤه ـ إلى مكان يمكن البحث فيه عن جواب. فقد أظهروا وجود زوج عصبونات يسبق ويعلو خلايا T4مباشرة، يطلق عليهما: Mi1 وTm3، وهما اللتان تنبئان بالنقاط التي تفصل بينها مسافات ضيقة في الفضاء البصري. وبسبب ذلك الفصل الضيق، يمكن لزوج الخلايا أن يقدّم مُدخلات تحتاجها خلايا T4 لتمييز الاتجاه (الشكل 1ب). وباستخدام تكنولوجيا التسجيل (البصري) التي وضعها مِيسَك وزملاؤه، قد يكون ممكنًا إجراء تسجيل بصري من Mi1 وTm3. وإذا سارت الأمور بشكل حسن، فقد يضع ذلك نهايةً لبحث عمره 50 عامًا عن آلية انتقاء الاتجاه.

لقد أثبت نهج «خريطة الوصلات المشبكية» مؤخرًا أهميته لدراسة عين الذبابة وشبكية عين الفأر، لكن المتشكّكين سيستمرون في شكّهم بقدرتنا على القفز من هذه الدّارات العصبية المصغّرة إلى «الأدمغة الحقيقية»؛ فالدّارات الداخلية للقشرة الدماغية أكبر بعشر مرات تقريبًا من تلك التي بشبكية العين، ويتقزّم النطاق المكاني مرة أخرى بالمسافات التي تربط مختلف مناطق الدماغ.

أحد العوائق هو الحاجة إلى مقاطع نسيج كبيرة جدًّا. كما تعتبر تجزئة الصور صعوبة أخرى، وهي مطلوبة لتعقُّب عمليات عصبيّة رقيقة من خلال تجمُّع الجيران في المقاطع المتعاقبة. ونظرًا إلى فشل الحلول الرقمية، فقد أُوكِلت المهمة حاليًا إلى فرق كبيرة من المراقبين البشر، لكن هذا لن يكون عمليًّا ضمن النطاقات المكانية الأكبر. فقد تجعل التحسينات بمجال التثبيت والصبغ العمليات قابلةً للتمييز بشكل أسهل، وربما تتمكن التكنولوجيا الرقمية من إنقاذ الموقف؛ فمبدئيًّا، أي مهمة يمكن للمراقبين البشر عملها، يمكن عملها حاسوبيًّا. وعمليات المتابعة في جوهرها هي مشكلة مضاهاة الأنماط، ومن أجلها تتطور التكنولوجيا بسرعة.

وهناك سؤال أخير يتعلق بالجدوى الاقتصادية لنهج «خريطة الوصلات المشبكية».. فهل تكون حكرًا على مختبرات قليلة قادرة ماليًّا؟ والإجابة واضحة، حيث أكّد الباحثون في المجال أن إعادة بناء خرائط الوصلات المشبكية ستصبح موارد عامة، بحيث يمكن لأي كان استخدامها بمختلف الأغراض. ولتكون مفيدة، يحتاج أرشيفها واجهة تفاعلية مصمّمة للمُستخدِم، لأنّ الكود الحاسوبي لهذا المنتَج المعقّد سيكون صعب الاستخدام بواسطة العاملين، إلا الذين طوّروه. وينبغي أن يكون الجهد المبذول في إنشاء وتحسين هذا المورد العام مستحقًّا، لأن الأرشيف قد يمثل أكبر إسهام لهذا العمل البحثي بالنسبة إلى علم الأعصاب. ويمكن معالجة عدد كبير جدًّا من المشكلات البنيوية باستخدام المواد الأصليّة نفسها. ■

ريتشارد هـ. ماسلاند يعمل بأقسام طب وجراحة العيون وبيولوجيا الأعصاب، كلية طب جامعة هارفارد، بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: richard_masland@meei.harvard.edu

1. Helmstaedter, M. *et al. Nature* **500,** 168–174 (2013).
2. Takemura, S. *et al. Nature* **500,** 175–181 (2013).
3. Maisak, M. S. *et al. Nature* **500,** 212–216 (2013).
4. Masland, R. H. *Neuron* **76,** 266–280 (2012).
5. Wässle, H., Puller, C., Müller, F. & Haverkamp, S. *J. Neurosci.* **29,** 106–117 (2009).
6. Reichardt, W. in *Sensory Communication* (ed. Rosenblith, W. A.) 303–317 (MIT Press, 1961).
7. Barlow, H. B. & Levick, W. R. *J. Physiol. (Lond.)* **178,** 477–504 (1965).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيولوجيا النبات

دِفَاع كهربي

وُجد أنّ الحيوان آكِل العُشْب، والجرح الميكانيكي يولِّدان إشارات كهربائية في النباتات ـ بواسطة بروتينين من أشباه مستقبلات الجلوتاميت ـ تحفِّز استجابات دفاعية بمواقع قريبة من موضع الإصابة وبعيدة عنه.

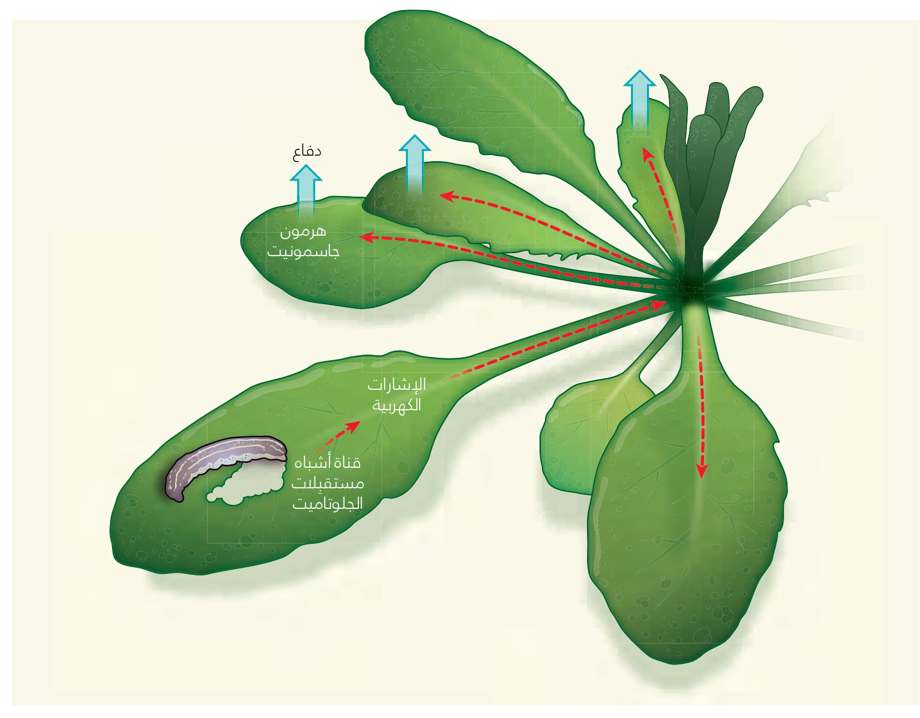
ألِكْزاندر كريستمان، وإروين جريل

تتعاقب الإشارات الكهربية في الجهاز العصبي للثدييات بسرعات تصل إلى 100 متر في الثانية، لكن النباتات تعيش بإيقاع أبطأ. ورغم افتقادها الجهاز العصبي، فبعض النباتات ـ كالميموزا، وزهرة مصيدة الذباب ـ تستخدم إشارات كهربية لإطلاق حركات ورقية سريعة. يحدث انتشار الإشارات الكهربية في هذه النباتات بسرعة 3 سنتيمترات في الثانية، توازي السرعة الملحوظة بالجهاز العصبي لبلح البحر. وكان موسوي وزملاؤه[1] قد تناولوا بدوريّة «نيتشر» مؤخرًا هذه المسألة المدهشة، والمراوغة حول كيفية توليد النباتات إشارات كهربية ونشرها. حدد الباحثون بروتينين شبيهين بمستقبلات الجلوتاميت، كمُكَوِّنين حاسمين في توليد موجة كهربائية يطلقها جَرْح أوراق النبات، وتنتشر إلى الأعضاء المجاورة، مما يحفزها لتكثيف استجاباتها الدفاعية ضد أي هجوم محتمل لآكلات الأعشاب.

وباعتبارها كائنات ثابتة، طورت النباتات شتى الاستراتيجيات لمكافحة آكلات الأعشاب. وهذه تشمل دفاعات ميكانيكية، كأشواك شجيرات الورد، ورادعات كيميائية، كمادة البايرثرين pyrethrin المسمِّمة لأعصاب الحشرات من جنس كريزانثيمم *Chrysanthemum*. وبعض النباتات لا تحاول تشكيل بنَى أو مستقبلات دفاعية متواصلة، بل تعتمد على إطلاق استجابات دفاعية حسب الطلب[2]. تتطلب هذه الاستراتيجية نظام مراقبة مناسبًا وتواصلًا سريعًا بين أعضاء النبات. يلعب هرمون جاسمونيت النباتي المشتق من الدهون دورًا هامًّا في تنسيق ردود الفعل هذه، حيث يتراكم بسرعة في أعضاء النبات البعيدة عن الموقع المأكول[3].

استعمل موسوي وزملاؤه نبات رشاد الثيل ويرقات دودة ورق القطن المصري نموذجًا لتفاعلات النباتات وآكلاتها. وضع الباحثون يرقات على أوراق مفردة، وسجلوا تغيرات الشحنات الكهربية بواسطة أقطاب مثبتة أرضيًا أو على أسطح الأوراق. لم يتغير مستوى طاقة سطح الورقة عندما زحفت اليرقات على الأوراق، لكن عندما بدأت اليرقة تأكل، أثار هذا الفعل إشارات كهربية قرب موقع الهجوم، وانتشرت لاحقًا إلى الأوراق المجاورة، بسرعة أقصاها 9 سنتيمترات في الدقيقة. كان انتقال الإشارات الكهربية أكثر فعالية في الأوراق المتواجدة مباشرة فوق أو تحت الورقة المجروحة. هذه الأوراق متصلة جيدًا بضفيرة أوعية النبات، التي تنقل الماء والمركبات العضوية، وهي مرشح جيد لنقل إشارات بعيدة المدى.

في كل المواقع التي وصلتها إشارات كهربية، وُجِد أن التعبير الجيني بوساطة هرمون الجاسمونيت كان مفعلا، وأطلق تعبيرًا جينيًا كاستجابة دفاعية. في نبات رشاد محور جينيًا، ومفتقدًا لمستقبِل الجاسمونيت، انتشرت إشارات كهربية لكن بدون صدور أي استجابة دفاعية. كما لم تحدث استجابات دفاعية في المواقع البعيدة لدى منع انتشار الإشارات الكهربية باجتثاث الورقة المصابة قبل أن تمر



الشكل 1| استجابات دفاعية مستحثة بإشارات كهربية. عند هجوم آكلات الأعشاب، ترتفع مستويات هرمون جاسمونيت النباتي، مما يطلق استجابات دفاعية. أظهر موسوي وزملاؤه[1] أن جرح الأوراق، بسبب الأكل أو الإصابة الميكانيكية، يستحث انتقال الإشارات الكهربائية التي تتولد نتيجة نشاط قنوات أيونات أشباه مستقبلات الجلوتاميت. تحث هذه الإشارات تكوين الجاسمونيت بمواقع قريبة وبعيدة في النبات.

الإشارة من ساق الورقة. تُظْهِر هذه المشاهدات المدهشة بوضوح أن لتوليد ونشر الإشارات الكهربية دورًا حاسمًا في بدء الاستجابات الدفاعية بمناطق بعيدة لدى هجوم آكلات الأعشاب.

تحتوي الإفرازات اللعابية لآكلات النبات على جزيئات مثيرة يتعرف عليها النبات المضيف[4,5] وهي التي تحفز الاستجابات الدفاعية بهرمون الجاسمونيت. ووجد موسوي وزملاؤه أن الإصابات الميكانيكية الواسعة (بغياب رعي العاشبات) تبدأ أيضًا نقل الإشارات الكهربائية وتخليق الجاسمونيت حيويًّا. كذلك، يمكن استحثاث نمط التعبير الجيني لاستجابة الأكل اصطناعيًّا ببذل نبضات كهربية تحاكي إشارات النبات الكهربية. لذلك.. ليس واضحًا كيف تُترجم الإشارات الكهربية لتحفيز تخليق الجاسمونيت حيويًّا.

> **«الإشارات الكهربية المستثارة قرب موقع الهجوم انتشرت إلى الأوراق المجاورة بسرعة أقصاها 9 سنتيمترات في الدقيقة».**

نظر الباحثون في المكونات الخلوية المنخرطة في توليد الإشارات الكهربية، بمسح وفرز نباتات رشاد تفتقد مضخات وقنوات الأيون؛ فوجدوا أن فقد وظيفة أعضاء معينين من عائلة بروتينات قنوات الأيون الشبيهة بمستقبلات الجلوتاميت (GLR)—بعضها يشكل قنوات مُنفِذة لأيون الكالسيوم والتي يمكن تفعيلها بعوامل ناهضة معززة كالجلوتاميت والسيرين[6,7]—أثر سلبًا في توليد الإشارات المستحثة بالجرح. في الواقع، التعطيل المزدوج للجينات المُرمِّزة لاثنتين من هذه القنوات، هما glr3.3 وglr3.6، استتبع توقف انتشار الموجة الكهربائية بعد الجرح.

هكذا، يبدو أنّ رعي العاشبات والإصابة الميكانيكية يطلقان التوليد المحلي لإشارة كهربية من خلال نشاط البروتينات أشباه مستقبلات الجلوتاميت؛ ثم تنتشر هذه الإشارة إلى أعضاء مجاورة، حيث يُستحَث توليف الجاسمونيت حيويًّا، وبالتالي إطلاق دفاع معتمد على الجاسمونيت (الشكل 1). ستشجع أسئلة عديدة ناتجة عن هذه الدراسة جهود البحث في المستقبل. فمثلًا، كيف يُنشط رعي النبات وإصابته الميكانيكية أشباه مستقبلات الجلوتاميت؟ أيمكن أن تكون أيونات الكالسيوم منخرطة في توليد الموجة الكهربائية واستدامتها؟ كما سيكون مثيرًا للفضول إيضاح ما إذا كانت أشباه مستقبِلات الجلوتاميت تنقل التأشير الكهربي الأسرع الذي يطلق حركة نباتي ميموزا، وزهرة مصيدة الذباب.

المعلوم أيضًا أن جرح النبات يستدعي مَوْجَةً خارج

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخلية من نوع الأكسجين التفاعلي، تنتشر بسرعة[8] تضاهي السرعة التي سجلها موسوي وزملاؤه للإشارات الكهربائية. ووجد الباحثون أن تثبيط توليد نوع الأكسجين التفاعلي المستحث بالجرح لم يعطل الإشارات الكهربائية بشكل ملموس. لذا.. يبقى تحديد إنْ كان هناك تفاعل بين إشارات نوع الأكسجين التفاعلي والإشارات الكهربائية.

تجدر الإشارة هنا إلى أن أشباه مستقبلات الجلوتاميت بالنبات ترتبط بنيويًّا بمستقبلات الجلوتاميت المستقطب للأيونات في الفقاريات، التي لها أهمية في الانتقال المشبكي الاستثاري السريع للموجات بالجهاز العصبي. كما ظهر أيضًا أن الحشرات الآكلة لأوراق النبات تولد موجة كهربائية بتتابع النقل المتواصل؛ لإزالة استقطابات الغشاء الخلوي[4]، مما يذكِّر بانتشار الإشارات الاستثارية في الحيوانات. وإجمالًا، توحي هذه النتائج أن بروتينات نمط مستقبل الجلوتاميت قد وُجِدت قبل تباعد الحيوانات والنباتات. هذه البروتينات الأسلاف ربما أدت وظائف في توليد إشارات تحذير بعيدة المدى؛ لإطلاق استهلال مناسب زمنيًّا للاستجابات الوقائية. ■

ألِكْزاندر كريستمان، وإروين جريل يعملان بقسم علوم النبات، مركز ڤاينشتيفان لعلوم الحياة، جامعة ميونخ التقنية، ڤاينشتيفان، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: alexander.christmann@wzw.tum.de; erwin.grill@wzw.tum.de

1. Mousavi, S. A. R., Chauvin, A., Pascaud, F., Kellenberger, S. & Farmer, E. E. *Nature* **500,** 422–426 (2013).
2. Meldau, S., Erb, M. & Baldwin, I. T. *Ann. Bot.* **110,** 1503–1514 (2012).
3. Howe, G. A. & Jander, G. *Annu. Rev. Plant Biol.* **59,** 41–66 (2008).
4. Maffei, M., Bossi, S., Spiteller, D., Mithöfer, A. & Boland, W. *Plant Physiol.* **134,** 1752–1762 (2004).
5. Dinh, S. T., Baldwin, I. T. & Galis, I. *Plant Physiol.* **162,** 2106–2124 (2013).
6. Vincill, E. D., Bieck, A. M. & Spalding, E. P. *Plant Physiol.* **159,** 40–46 (2012).
7. Michard, E. *et al. Science* **332,** 434–437 (2011).
8. Miller, G. *et al. Sci. Signal.* **2,** ra45 (2009).

التوحّد

تفسيــر الجينــات الطــويلة

تيسِّر إنزيمات توبويزوميراز نَسْخ الجينات عن طريق فك تشابكات الحمض النووي. ويبدو أن الخلل الوظيفي لهذه الإنزيمات يضعف تعبير الجينات الطويلة جدًّا، ويُحتمل أن يتواسط اضطرابات النمو العصبي.

روبرت ن. بلاشارت، وماريسا س. بارتولومي

تحفز عائلة إنزيمات توبويزوميراز topoisomerase حلّ وفكّ عقد تتابعات الحمض النووي. بإحداث أثلام أو شقوق عابرة، يمكن لهذه الإنزيمات تخفيف التراكمات الطوبولوجية الموضعية من الحمض النووي التي تسببها عمليات كالتضاعف والانتساخ. وكان كينج وزملاؤه[1] قد قدموا مؤخرًا بمجلة «نيتشر» دليلا على أن هذه التوبويزوميرازات مطلوبة لأجل التعبير السليم عن الجينات مفرطة الطول في العصبونات. لهذه الرؤية انعكاسات على فهمنا لأساسيات النسخ واضطرابات النمو والتطور العصبي.

الدمغ الجيني ظاهرة تطوريّة محفوظة للثدييات ويحدث فيها التعبير الجيني تفضيليًا من كروموسوم أبويّ واحد. فمثلا، في العصبونات البشرية، يتم التعبير عن الجين UBE3A من كروموسوم الأم فقط، ويسبب حذف أو تحوّر هذا الأليل (نسخة الجين) حدوث اضطراب شديد في التطور والنمو العصبي يدعى متلازمة أنجلمَن[2].

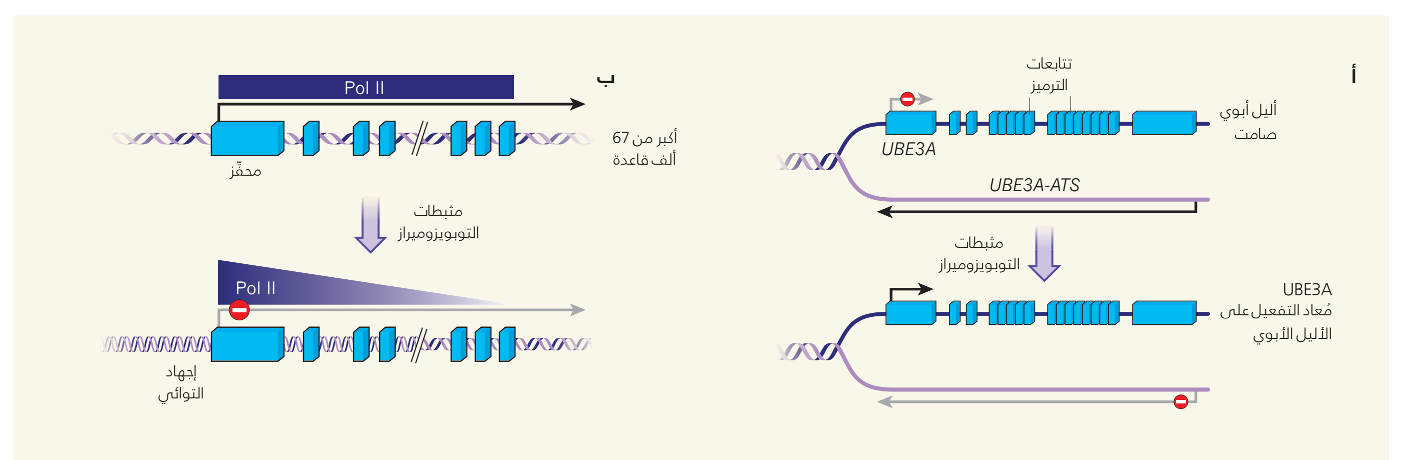
في دراسة سابقة[3]، أجرى كينج وزملاؤه غربلة للجزيئات الصغيرة، التي عند تطبيقها على العصبونات بالمزرعة الخلوية، فعّلت أليل جين UBE3A الأبوي الصامت عادةً. وللمفاجأة، وجدوا أن مثبِّطات توبويزوميراز نشّطت هذا الأليل. قدرة الإنزيمات هذه على تصحيح «جرعة» الجينات بإزالة كبح الأليلات الصامتة تبدو واعدة في علاج اضطرابات تنخرط فيها الجينات المدموغة أو تلك التي تُعيِّن كروموسوم X لدى الإناث، لكن الآلية الكامنة وراء هذا التنشيط تظل غامضة.

أظهرت الدراسة السابقة أيضًا أن مثبطات توبويزوميراز خفضت التعبير عنUBE3A-ATS ، وهو نسخة طويلة جدًّا، يتم التعبير عنها في العصبونات. يتداخلUBE3A-ATS مع UBE3A الأبوي على الضفيرة المقابلة، ويرتبط بإسكات هذا الأليل (الشكل 1 أ). لذلك.. فإن كبح UBE3A-ATS بمثبطات توبويزوميراز يشير إلى أن إنزيمات التوبويزوميراز منخرطة في استدامة تعبير الجينات مفرطة الطول.

ومؤخرًا، يذكر كينج وزملاؤه أن علاج الخلايا العصبية لدى الفئران والبشر، في الواقع، بمثبطات توبويزوميراز يؤدي إلى إسكات واسع للجينات مفرطة الطول (تلك التي يتجاوز طولها 67 ألف قاعدة). يعتمد هذا الكبح على جرعة المثبط، ويرتبط جدًّا بزيادة طول الجين. أدَّى الكبح المستدام لتعبير التوبويزوميراز باستخدام متتابعات قصيرة من الحمض النووي الريبي المشبكي القصير (shRNA) أيضًا إلى خفض تعبير الجينات الطويلة، باستثناء إمكانية التأثيرات غير المستهدَفة للمثبطات.

وللنظر في آلية عمل التوبويزوميراز، قام كينج وزملاؤه بتعيين مواقع تقييد الحمض النووي الريبي بكامل الجينوم إلى بوليميراز II ـ الإنزيم الذي يحفز نسخ الحمض النووي ـ قبل وبعد العلاج بمثبّطات توبويزوميراز. لاحظ المؤلفون إثراءً كبيرًا ببوليميراز II في مناطق المحفِّز بعد العلاج، وندرة مناظرة من بوليميراز II في جسم الجينات الطويلة (الشكل1 ب). بالنسبة إلى الجينات القصيرة، كانت كثافة بوليميرازII بامتداد جسم الجين تزداد قليلًا. وتشير هذه النتائج إلى أن إنزيمات التوبويزوميراز منخرطة تحديدًا في خطوة استطالة النسخ أثناء التعبير عن الجينات الطويلة.

وجد كينج وزملاؤه أيضًا أن مثبطات التوبويزوميراز خفّضت تعبير نسبة لافتة (27%) من الجينات الطويلة المرشحة للارتباط باضطرابات طيف التوحّد (ASDs). أظهر المؤلفون أن المثبّطات قد قللت بشدّة تنظيم التعبير الجمعي لمثل هذه الجينات المرشحة للارتباط باضطرابات طيف التوحد، مما يؤكد أكثر ارتباط طفرات التوبويزوميراز بتناقص التعبير عن جينات اضطراب طيف التوحّد الطويلة.



الشكل 1 | مثبطات التوبويزوميراز والنسخ. أ، يؤدي علاج الخلايا العصبية بمثبطات توبويزوميراز إلى تفعيل الأليل الأبوي الصامت عادةً من الجين UBE3A. كما أنه يكبح أيضا نَسْخ النسخة الطويلة UBE3A–ATS في اتجاه آنتي سنس antisense. **ب،** أظهر كينج وزملاؤه[1] أن هذه المثبّطات تكبح نسخ جميع الجينات التي لديها تتابعات طويلة جدًّا (أكثر من 67 ألف قاعدة)، مما يزيد تقييد إنزيم بوليميراز II إلى تتابعات المحفِّز، بينما يخفض تقييده إلى تتابعاتها المرمِّزة. يفترض المؤلفون أن تثبيط توبويزوميراز يؤدي إلى تراكم الإجهاد الالتوائي المرتبط بنسخ الجينات الطويلة، مما يؤدي إلى كبحها.

بشكل متسق، كشف عمل جديد[4,5] طفرات نادرة جديدة في إنزيمات توبويزوميراز لدى مرضى اضطرابات طيف التوحّد.

تشير هذه النتائج إلى دور محتمَل لإنزيمات توبويزوميراز في اضطرابات وراثية أخرى، حيث يتميز الجين المسبِّب بطوله الاستثنائي. ومن المعقول أن الطفرات التي تخفض التعبير عن هذه الإنزيمات يمكن أن تتيح إظهار التعبير الملائم لكافة الجينات مفرطة الطول، باستثناء القليل جدًّا. فمثلا، CFTR، الجين المتحوّر في التليف الكيسي يمتد أكثر من 200 ألف قاعدة. وجين DMD، المسبِّب للعديد من أشكال الحثل العضلي يمتد بشكل مذهل إلى حوالي 2.2 ميجا قاعدة. وسيكون مفاجئًا لو أن إنزيمات توبويزوميراز لم تسهم في إحداث هذه الاضطرابات بحالات معيَّنة نادرة على الأقل.

وهذا العمل البحثي يُظْهِر أيضًا أن مثبِّطات توبويزوميراز ليست ترياقًا لكل الاضطرابات التي قد تستفيد من تفعيل الأليلات الصامتة عادة. فكما يرجَّح أن يكون لهذه المثبّطات تأثير واسع في تعبير كافة الجينات الطويلة، فإنه حتى الأهداف المناسبة، مثل UBE3A، لا يرجَّح أن تفعَّل بدون حدوث آثار غير محددة، بل إن التفاعل الدقيق بين جرعة الجينات والصفات المرتبطة بهذه الاضطرابات تجعل منظِّمًا واسعًا لعملية النسخ مثل توبويزوميراز هدفًا أقل جاذبية لتصميم الأدوية .

رغم هذه المخاوف، تقدم دراسة كينج وزملائه دورًا مثيرًا وجديدًا بشكل أساسي لإنزيمات توبويزوميراز في تنظيم الجينات. ورغم أن هذه الإنزيمات كان معروفًا عنها أنها مطلوبة للتعبير عن نسخ أطول في الخميرة[6]، فهذا البحث يوطد أهميتها في الثدييات. وتُظْهِر هذه الدراسة الحاجة إلى نوعي إنزيمات توبويزوميراز I وII للتعبير عن الجينات الطويلة، بينما إنزيمات توبويزوميراز II فقط هي المطلوبة في الخميرة. وتكشف هذه الملاحظات أهمية متزايدة لإنزيمات توبويزوميراز في تنظيم جينوم الثدييات الممتد والأكثر تعقيدًا.

وباستبعاد احتمالات أخرى، يشير هذا العمل أيضًا بقوة إلى أن إنزيمات توبويزوميراز تعدّل طوبولوجيّة (تموضع) الحمض النووي لدى التعبير عن النسخ الطويلة. في بدائيات النوى (الجراثيم والعتائق)، يسبب النسخ التفافًا ديناميكيًّا فائقًا للحمض النووي، مما يعمل كمنظِّم نسخ سلبي وإيجابي على حد سواء[7]. كما يحدث فرط الالتفاف المرتبط بالنسخ أيضًا في الثدييات[8]، لكن أهميته الوظيفية غير واضحة. وتشير نتائج كينج وزملائه إلى اتجاه الأهمية الممكنة للتغلب على الالتفاف الفائق أثناء نسخ الجينات الطويلة. وهكذا، فإن تعديل عمل إنزيمات توبويزوميراز أو تعديل تجنيدها ينبغي أن يقدم طريقة لاستكشاف كيفية تعديل التعبير عن الجينات الطويلة لدى الثدييات. ■

روبرت ن. بلاشارت، وماريسا س. بارتولومي يعملان بقسم الخلية وبيولوجية التطور، كلية الطب، جامعة بنسلفانيا، فيلادلفيا، بنسلفانيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني:bartolom@mail.med.upenn.edu

1. King, I. F. *et al. Nature* **501,** 58–62 (2013).
2. Kishino, T., Lalande, M. & Wagstaff, J. *Nature Genet.* **15,** 70–73 (1997).
3. Huang, H.-S. *et al. Nature* **481,** 185–189 (2011).
4. Neale, B. M. *et al. Nature* **485,** 242–245 (2012).
5. Iossifov, I. *et al. Neuron* **74,** 285–299 (2012).
6. Joshi, R. S., Piña, B. & Roca, J. *Nucleic Acids Res.* **40,** 7907–7915 (2012).
7. Peter, B. J. *et al. Genome Biol.* **5,** R87 (2004).
8. Kouzine, F., Sanford, S., Elisha-Feil, Z. & Levens, D. *Nature Struct. Mol. Biol.* **15,** 146–154 (2008).

الأحياء المجهرية

سلاح في الصراع البكتيري

اكتشاف أن البكتيريا تستخدم شوكة حادة لحقن سميات بكائنات مجهرية منافسة، وأن هذه الآلية تطورت بالتشارك لدى بنية فيروس بكتيري طفيلي، يتيح رؤية جديدة لنظم الإفراز البكتيرية.

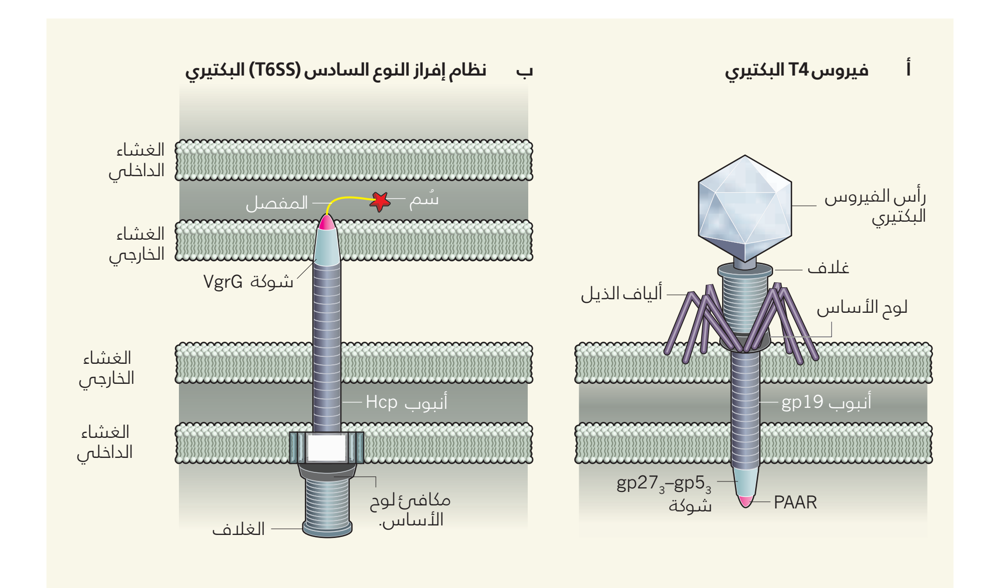
ألين فيّو

طورت البكتيريا آلات جزيئية لإفراز السميات والبروتينات المختلفة في بيئتها أو في الخلايا الحية. دفعت خصائص هذه الآلات المميزة علماء الأحياء المجهرية لتصنيفها حسب نوعها. فنظام إفراز النوع السادس[1] (T6SS)، مثلا، له وظيفة غير عادية هي حقن سميات داخل فريسة البكتيريا، مما يسبب موتها[2]. يظهر هذا النظام أيضًا تشابهًا غير مسبوق مع أدوات الثقب وآلات الحقن لدى آكلات البكتيريا، وهي فيروسات بكتيرية طفيلية تصيب البكتيريا[3]. أدى اكتشاف ذلك التشابه اللافت لاكتشافات بارزة، ويعتبر ما ورد بتقرير شنايدر وزملائه[4] المنشور مؤخرًا بمجلة «نيتشر» تتويجًا لسلسلة الاكتشافات. اكتشف الباحثون بنية مجموعة بروتينات تنتمي إلى عائلة PAAR وأظهروا وظيفة تلك البروتينات في نظام إفراز النمط السادس البكتيري لتوصيل البروتينات للخلايا المستهدفة—مما يُعَد إنجازًا لفهمنا حول تجمع وتطور هذه الآلة.

لمتابعة القصة، ينبغي أن نقدِّر كيف ساعدت دراسات الفيروسات البكتيرية استقصاء عمل نظام إفراز النوع السادس البكتيري. لم ينجح التنقيب المبكر في قواعد البيانات—بحثًا عن جينات تتابعاتها تشابه تتابعات الجينات المرمِّزة لبروتينات نظام إفراز النمط السادس—في العثور على مؤشرات لوظائف تلك الجينات، لكن التبصر جاء من البنية ثلاثية الأبعاد لاثنين من بروتينات نظام الإفراز: Hcp وVgrG. وُجِد أن بروتين Hcp يُكوِّن حلقات سداسية تتكوم فوق بعضها لتشكل أنبوبًا[1]، وأظهرت تجارب[3] رسو (تموضع جزيئات) البروتين تشابهات بنيوية بين Hcp و gp19، البروتين الذى يُكوِّن أنبوبًا في ذيل فيروس T4 البكتيري (الشكل 1).

بل إن بنية بروتين VgrG[3,5] تحمل تماثلا لافتًا لمركب gp273-gp53 البروتيني بالفيروس البكتيري[6]. يُكوِّن هذا المركب البروتيني بنية شبيهة بالإبرة تنتهي بشريط «بيتا» حلزوني جامد؛ تعمل الإبرة كأداة ثقب تجلس على قمة أنبوب بروتين gp19. يدفع غلاف قابل للانقباض بالأنبوب وأداة الثَّقب خلال غلاف الخلايا البكتيرية، ويحقن الحمض النووي للفيروس البكتيري داخل تلك الخلايا المستهدفة[6]. كشفت دراسات[7,8] بمجهرية الإلكترون أن اثنين من بروتينات نظام إفراز النوع السادس يُكوِّنان بنية غلاف متماثلة.

بوجود غلاف وأنبوب وأداة ثَقب، لا شك أن نظام إفراز



الشكل 1 | بنيتا نظام إفراز فيروس T4 البكتيري ونظام إفراز النوع السادس البكتيري. أظهر شنايدر وزملاؤه[4] أن البروتينات الصغيرة من عائلة PAAR تجلس على قمة بنيتي بروتين بالغتي التشابه لدى فيروس T4 البكتيري **(أ)** ونظام إفراز النوع السادس (T6SS) لبعض أنواع البكتيريا **(ب).** كلا المركبان يحتوي على أنبوب مكون من حلقات بروتينية سداسية (تشمل gp19 فى حالة الفيروس البكتيري وHcp فى حالة نظام إفراز النوع السادس) وشوكة مكونة من بروتين VgrG فى حالة نظام إفراز النوع السادس البكتيري ومن المركب البروتيني $gp27_3–gp5_3$ لدى فيروس T4 البكتيري. كلا الأنبوبان محاط ببنية غلاف قابل للانقباض ليدفع الشوكة عبر أغشية الخلايا البكتيرية؛ يستخدم الفيروس البكتيري هذا النظام ليحقن حمضه النووى DNA داخل الخلية التى يصيبها بالعدوى، بينما تستخدم البكتيريا نظام إفراز النوع السادس لتحقن سُميّات أو بروتينات إلى داخل الخلايا البكتيرية الأخرى المنافسة. يرى شنايدر وزملاؤه أن بروتينات PAAR المرتبطة بنظام إفراز النوع السادس تعمل كروابط وصل تنقل هذه البروتينات أو السميات. المفصل (أو النطاق المرن) ربما يصل السُم ببروتينات PAAR.

النوع السادس يشبه ذيل الفيروسات البكتيرية رغم انعكاس اتجاهه—حيث يدفع من داخل الخلية إلى خارجها. رغم أن نظامي الإفراز والثقب والحقن البكتيري والفيروسي يختلفان في الأدوار بوضوح، حيث يقوم نظام إفراز النوع السادس البكتيري بحقن بروتينات أو سُميات[2] بينما يقوم ذيل الفيروس بحقن حمضه النووي، لكن شنايدر وزملاءه سعوا لاستقصاء مدى تشابه الآلتين بنيويًّا. لاحظ الباحثون من إعادة بناء ذيل فيروس T4 البكتيري باستخدام مجهرية نقل الإلكترون (بتبريد العينة)، أن بروتينًا صغيرًا مجهول الهوية على رأس شوكة الفيروس[9]. بتحليل جينومات الفيروس البكتيري والمجموعات الجينية لنظام إفراز النوع السادس البكتيري، وجد الباحثون أنهما يحتويان على جينات تُرمِّز بروتينات صغيرة تنتمي لعائلة PAAR. ثمّ استخدم الباحثون طرقًا بنيوية[3] لإظهار أن هذه البروتينات مخروطية الشكل مما يناسب تمامًا الاستقرار على رأسي الشوكتين $gp27_3$–$gp5_3$ (للفيروسات البكتيرية) وVgrG في نظام إفراز النوع السادس البكتيري. بل إن الشكل المخروطي لبروتينات PAAR يشحذ أطراف الشوكتين ويجعلها أكثر حدة، مما يؤكد دورهما في ثقب أغشية الخلايا البكتيرية.

معظم آليات الإفراز البكتيرية خصوصي للغاية، فنظام إفراز نوع معين من البكتيريا لا يتعرف بالضرورة على بروتينات يفرزها نظام إفراز نوع آخر من البكتيريا، أو يقوم بنقلها، حتى لو استخدم النوعان نظامًا إفرازيًّا متشابهًا. وقد أظهر شنايدر وزملاؤه أن نظام إفراز النوع السادس ليس استثناءً، فبروتينات PAAR أساسيةٌ في وظيفة نظام إفراز النوع السادس. ورغم وجود بعض المرونة، لا يمكن تبادل تلك البروتينات نظاميًّا بين أنظمة إفراز النوع السادس لأنواع بكتيرية مختلفة. دَفَعَ ذلك الباحثين إلى افتراض أن بروتينات PAAR قد تقوم بوظائفها كوصلات للربط بين شوكة VgrG، وبروتينات أو سُمِّيّات قيد النقل (الشكل 1ب).

وأظهر تحليل معلوماتي حيوي أن بروتينات PAAR فَصِّيَّة ولبعضها امتداد طرفي كاربوكسيلي بوظائف إنزيميّة أو سُميَّة متوقعة. يشير هذا إلى أن بروتينات PAAR الجالسة على شوكة VgrG لا تسهم في ثقب غشاء الخلية المستهدفة فحسب، بل تنقل أيضًا المادة السامة المرتبطة بها. ومع ذلك.. تجدر ملاحظة أن بعض أشواك VgrG لها بالفعل امتدادات شغالة عند طرفها الكاربوكسيلي ـ مثل جزء الأكتين الرابط لبكتيرية ضمة الكوليرا[10] ـ وقد لا تحتاج إلى وصلة ربط من بروتينات PAAR.

هذا الجزء الأخير من دراسة شنايدر وزملائه تخميني أكثر ويعتمد أساسًا على فرضية. في الواقع، قد تثير تفسيرات الباحثين شكًّا حول دور بروتينات PAAR كشوكة حادة، إذا كان هذا الجزء مغطى بِسُمِّيّات أو إنزيمات. يتطلب الأمر أدلة بنيوية أكثر؛ لتقييم ما إذا كانت إضافة سُم أو بروتين إلى الطرف الكاربوكسيلي لبروتينات PAAR تعوق نشاطها كثاقبات. وإذا كانت الإجابة بالنفي، فهذا يُظْهِر أن نظام إفراز النوع السادس أداة مرنة وفَصِّيَّة لتوصيل السُّمِّيّات، بحيث يمكن إضافة نطاقات أخرى إليه، مما يضاعف وظائفه الممكنة. ويرى الباحثون أن وجود مثل تلك الآلية يعني أن المجال مفتوح الآن للبحث عن نطاق أوسع من بروتينات الربط والسميَّات المتصلة بنظام إفراز النوع السادس.

والتفاصيل الجزيئية لتلك الآلية الآسِرة قد تشغل عن التساؤل حول سبب استقطاب نظام إفراز النوع السادس هذا الاهتمام. والمعلوم أن نظام إفراز النوع السادس هدفه الأساسي قتل أنواع البكتيريا الأخرى المنافسة، أو تدمير الخلايا[10,2]، أي أداة مهمة يمكن استخدامها لبناء نظام بيئي بكتيري أمثل، أو لاستعمار خلايا العائل، أو لكليهما، مما يجعل له أهمية خاصة بمجالي الطب والبيئة. ولا توجد وظيفة لأي نظام إفراز ـ في حد ذاته ـ سوى نقل البروتين. والبروتينات المفرزة هي «برمجيات» تشغيل تلك الآلات، ونشاطها يحدد النتائج الفسيولوجية لنظام الإفراز. وفقا لذلك.. يمثل اكتشاف مستجيبات جديدة لنظام إفراز النوع السادس إرهاصًا لاكتشافات كبرى. ■

ألين فِيّو يعمل بمركز MRC لعلم البكتيريا والعدوى الجزيئية، قسم علوم الحياة، إمبريال كوليدج، لندن، المملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني: a.filloux@imperial.ac.uk

1. Mougous, J. D. *et al. Science* **312,** 1526–1530 (2006).
2. Hood, R. D. *et al. Cell Host Microbe* **7,** 25–37 (2010).
3. Leiman, P. G. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 4154–4159 (2009).
4. Shneider, M. M. *et al. Nature* **500,** 350–353 (2013).
5. Hachani, A. *et al. J. Biol. Chem.* **286,** 12317–12327 (2011).
6. Leiman, P. G. *et al. Virol. J.* **7,** 355 (2010).
7. Bönemann, G., Pietrosiuk, A., Diemand, A., Zentgraf, H. & Mogk, A. *EMBO J.* **28,** 315–321 (2009).
8. Lossi, N. S. *et al. J. Biol. Chem.* **288,** 7536–7548 (2013).
9. Kostyuchenko, V. A. *et al. Nature Struct. Biol.* **10,** 688–693 (2003).
10. Ma, A. T., McAuley, S., Pukatzki, S. & Mekalanos, J. J. *Cell Host Microbe* **5,** 234–243 (2009).

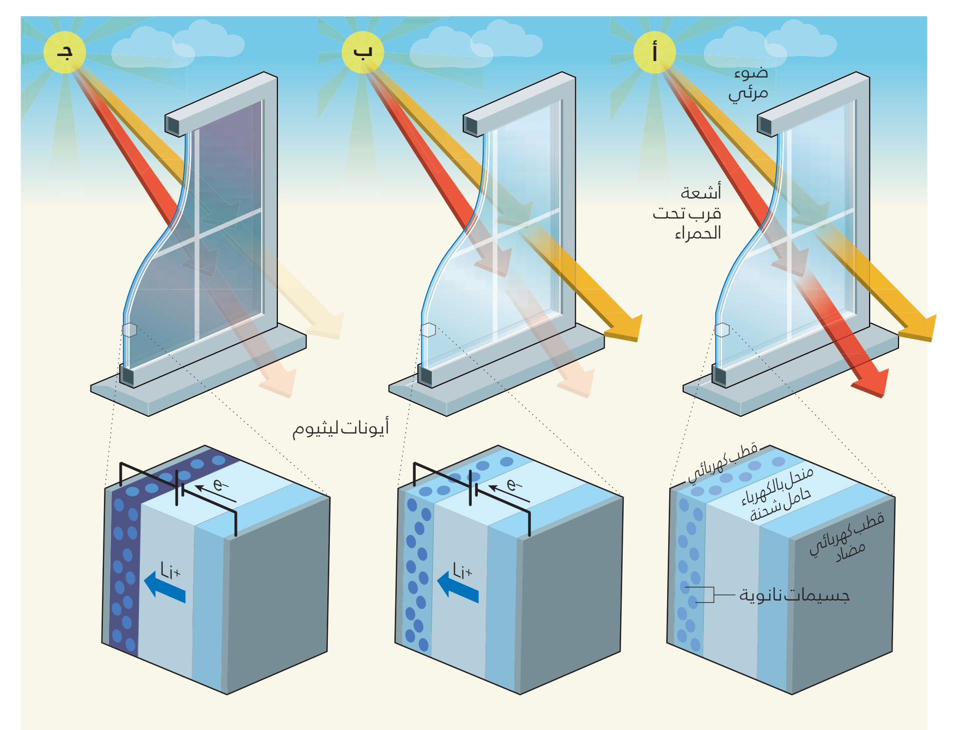
علم الأعصاب

مُرَكَّب لنوافذ ذكية

تم تحضير زجاج يمتص انتقائيًّا الضوء المرئي والأشعة قرب تحت الحمراء حين يتعرض لجهد كهروكيميائي. وهذا سيفتح المجال لنوافذ «ذكية» يمكنها منع الحرارة حسب الطلب، بشفافية بَصَرِيّة، أو بدونها.

برايان أ. كورجل

تستهلك المباني السكنية والتجارية حوالي 40% من الطاقة المستخدَمة، وتسهم بحوالي 30% من انبعاثات الكربون المرتبطة باستخدام الطاقة بالولايات المتحدة[1]. ولتقليل هذا الطلب على الطاقة، نحتاج إلى مواد تساعد في تقنين متطلبات تدفئة وإضاءة المباني؛ استجابةً لتغيرات البيئة. بشكل خاص، مواد النوافذ الكهرولونية بالتحديد، التي



الشكل 1 | تصميم نافذة كهرولونية. تقترح يورديز وزملاؤها[3] أن مركب الجسيمات النانوية المضمنة في الزجاج قد يُستخدَم لصناعة نوافذ تستطيع بتحكُّم وانتقائية امتصاص الضوء المرئي والأشعة قرب تحت الأحمر (الحرارة). **أ،** في هذا التصميم تكون النافذة خلية كهروكيميائية تحتوي على لَوْحَي زجاج موصِّلَيْن ومفصولين بمادة صلبة كهرُلية حاملة للشحنة. والمادة التي ابتكرها المؤلفون يتم وضعها على أحد اللوحَين؛ لتشكل قطبًا كهربيًّا، بينما يوضع القطب المضاد على اللوح الآخَر. في غياب حمل كهربي، تكون النافذة شفافة للضوء المرئي والأشعة قرب تحت الحمراء. **ب،** حين يتم تطبيق جهد كهربي متوسط، تتحرك حاملات الشحنة (أيونات الليثيوم Li^+ والإلكترونات e^-) عبر دارة كهربية. وتصبح حينئذ الجسيمات النانوية مختزلة كيميائيًّا، ومن ثمّ تمنع أغلب الأشعة قرب تحت الحمراء. **جـ،** عند جهد أقل، يصبح ماتريكس زجاج المركّب مختزلًا، ويمنع معظم الضوء المرئي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تغيّر لونها ودرجة شفافيتها لدى تعرضها لمجال كهربي، قد تقلل بشكل كبير استهلاك الطاقة في المباني[2]. وكانت يورديز وزملاؤها[3] قد أوردوا بدوريّة «نيتشر» مؤخرًا تقدُّمًا كبيرًا في تطوير هذه المواد. فقد صنعوا مُرَكَّبًا يتكون من بلورات أكسيد قصدير الإنديوم نانومترية الحجم، متضمَّنة في زجاج من أكسيد النيوبيوم، مع تحكُّم عالٍ في تحميل وتشتت البلورات النانوية. كان الأداء الكهرولوني للمركب أفضل كثيرًا مما يُتوقع من جمع بسيط للامتصاص البصري بواسطة مكونين منفصلين، يعود إلى البنية النانوية للمادة والتفاعلات التآزريّة التي تحدث عند الوسط بين المُكَوِّنَيْن.

يتم توليف البلورات النانوية غير العضوية كيميائيًّا مع مجموعات تغطية عضوية ملحقة؛ لتساعد قابلية البلورات للتشتت في المذيبات؛ لتمنع تجمعها أو تكتلها، وتمنع أي نمو جُسيمي غير مرغوب. ولسوء حظ تطبيقات كثيرة، لا تملك المجموعات العضوية أي خصائص كهربية أو ضوئية مفيدة. لذلك.. هناك مجهود كبير لاستبدال مجموعات غير عضوية بالعضوية، بحيث تضيف إلى قدرات البلورات أو تتحول إلى مادة فعّالة كهربيًّا أو ضوئيًّا. وتمّ استخدام هذا النهج لتكوين تجمعات من بلورات نانوية بخصائص كهربية[4] محسَّنة كثيرًا، ولتحويل البلورات النانوية المغطاة بمركبات غير عضوية إلى مادة فوتوفولتية مفيدة[5] (وهي مادة تحوّل الضوء إلى كهرباء).

استخدمت يورديز وزملاؤها هذه الاستراتيجية لتكوين مواد زجاجية بجسيمات نانوية. في البداية، جرّد الباحثون بلورات أكسيد قصدير الإنديوم (ITO) النانوية من أغطيتها العضوية، واستبدلوا بها أيونات متعددة الذرات تحتوي على نيوبيوم، وتُعرف بكُتَل بولي‌أوكسوميتاليت (POM). تترابط تلك الكتل تساهميًّا مع سطح أكسيد قصدير الإنديوم لتكوّن غلافًا حول البلورة النانوية. كثّف الباحثون بعد ذلك تلك البلورات المعدّلة إلى غشاء، بتبخير المذيب من تشتت البلورات. وأخيرًا، حوّلوا بولي أوكسوميتاليت الموجود بين بلورات أكسيد قصدير الإنديوم النانوية المرصوصة بكثافة إلى ماتريكس زجاجي من أكسيد النيوبيوم (NbO_x)، وذلك بتسخين الغشاء إلى درجة حرارة 400 مئوية. ومقارنة بطرق صناعية سابقة لصنع مواد زجاجية بجسيمات نانوية تُنمّى فيها البلورات اللاعضوية داخل الزجاج[6]، تقدم طريقة يورديز وزملائها تحكُّمًا دقيقًا جدًّا بتوزيع حجم البلورات النانوية، ونسبة حجمها إلى الحجم الإجمالي. وبإضافة المزيد من بولي أوكسوميتاليت لتشتت بلورات أكسيد قصدير الإنديوم النانوية المتوازنة بواسطة بولي أوكسوميتاليت، يستطيع الباحثون أن يزيدوا من نسبة حجم ماتريكس زجاج أكسيد النيوبيوم.

إحدى الخواص المحورية لتلك المادة المكونة من بلورات أكسيد قصدير الإنديوم النانوية وزجاج أكسيد النيوبيوم هي أن الزجاج مترابط تساهميًّا مع البلورات النانوية. وهو ما يقيد التموضعات الجزيئية المتاحة لوحدات أكسيد النيوبيوم ثُمانية الأوجه (NbO_6) الموجودة في الزجاج، ويؤدي إلى تنظيم بنيوي لافت يختلف عن أكسيد النيوبيوم النقي (NbO_x). وظهر أن هذا التنظيم يحسِّن الخصائص الكهرولونية لماتريكس الزجاج: فأكسيد النيوبيوم (NbO_x) في هذا المُركّب يكون معتمًا أكثر من المادة السائبة بخمس مرات لدى تطبيق جهد كهربائي مماثل في الحالتين.

وبلورات أكسيد قصدير الإنديوم النانوية كهرولونية أيضًا، لكن في نطاق أطوال موجات مختلف عن أكسيد النيوبيوم (NbO_x)، فهي تمر بتفاعلات أكسدة واختزال كهروكيميائية قابلة للرجوع وتمتص أشعة قرب تحت الحمراء في حالة الاختزال، لكنها في حالة الأكسدة تكون شفافة لهذا الجزء من الطيف[7]. والجمع بين بلورات أكسيد القصدير النانوية وماتريكس زجاج أكسيد النيوبيوم (NbO_x) ينتج مادة يمكنها تعديل امتصاص الضوء المرئي والأشعة قرب تحت الأحمر كهروكيميائيًّا. ويمكن استخدام هذه المادة في النوافذ الذكية لضبط كمية الحرارة (للأشعة قرب تحت الحمراء) والضوء المارّين عبرها (الشكل 1)، بل يمكن ضبط الشفافية البصرية بمعزل عن شفافية الأشعة قرب تحت الأحمر.

يفتح نهج يورديز وزملائها لتصنيع مواد مركبة من بلورات نانوية غير عضوية في الزجاج الطريق لمجال واسع من خصائص مواد جديدة وتطبيقاتها، لا يقتصر على الكهرولونيات. والتحدي أمام كل تطبيق الآن هو تحديد أفضل مزج بين تكوين البلورات النانوية ومجموعات التغطية غير العضوية القابلة للتعديل. وبشكل أكثر تحديدًا، هناك مسائل عديدة ينبغي تناولها قبل استخدام تلك المادة في النوافذ. فمثلًا، استخدم المؤلفون معدن الليثيوم كقطب (إلكترود) مضاد لاختبار أداء مادتهم، لكن هذا لن يكون صالحًا للتطبيقات التجارية لأسباب تتعلق بالسلامة. ويجب إيجاد إلكترود مضاد مناسب. أجرى الباحثون اختباراتهم الضوئية الكهروكيميائية باستخدام كهْرُل سائل كحامل للشحنة، بينما الكهْرُل (المنحل بالكهرباء) الصلب مناسب أكثر ربما لتطبيقات المباني. وستكون المواد الضرورية لبناء نافذة كهرولونية أعلى تكلفة من مواد النافذة العادية. لذا.. يجب أن تكون زيادة التكلفة متوازنة مع التوفير في الطاقة الذي ستحققه تلك المباني من استخدام نوافذ ذكية. وفي الحالة المثلى، لن نحتاج طاقةً للحفاظ على الشفافية أو العتمة، لكن تلك القدرة لا زالت قيد الاختبار.

وعلى أي حال، جاءت نتائج يورديز وزملائها واعدةً. وباستخدام إلكترودات مضادة ملائمة وكَهْرُل صلب، وإذا ثبت استقرار طويل الأمد لهذا المركَّب، ستكون النوافذ بشفافية ذات نطاق متعدد طيفيًّا في المتناول قريبًا، بما يتيح للمباني راحة وكفاءة غير مسبوقة في استخدام الطاقة. ■

براين أ. كورجل يعمل بقسم الهندسة الكيميائية، مركز العلوم والتقنية النانوية والجزيئية، معهد تكساس للمواد، جامعة تكساس، أوستن، تكساس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: korgel@mail.che.utexas.edu

1. Richter, B. *et al. Rev. Mod. Phys.* **80,** S1–S109 (2008).
2. Li, S.-Y., Niklasson, G. A. & Granqvist, C. G. *J. Appl. Phys.* **108,** 063525 (2010).
3. Llordés, A., Garcia, G., Gazquez, J. & Milliron, D. J. *Nature* **500,** 323–326 (2013).
4. Panthani, M. G. & Korgel, B. A. *Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng.* **3,** 287–311 (2012).
5. Jiang, C., Lee, J.-S. & Talapin, D. V. *J. Am. Chem. Soc.* **134,** 5010–5013 (2012).
6. Sakamoto, A., Yamamoto, S. *Int. J. Appl. Glass Sci.* **1,** 237–247 (2010).
7. Garcia, G. *et al. Nano Lett.* **11,** 4415–4420 (2011).

علم البيئة

الوفرة تساوي تَدَاخُل الأنواع

إنّ تأثُّر بِنَى الشبكات الإيكولوجية بتعايش الأنواع واستقرار واضطراب التجمعات الحيوية مسألة مطروحةٌ للنقاش. ويبدو أن ارتباطًا مهمًّلا في البِنَى المتداخلة هو وفرة الأنواع.

كولن فونتين

أحد أهداف علم البيئة الرئيسة فَهْم آليات تشكيل التنوع الحيوي. فمناهج دراسة الشبكات، التي تُكامِل بين الأنواع وتفاعلاتها فيما بينها في إطار عمل واحد، قدمت تبصرًا مهمًّا بالموضوع، فكشفت أنماطًا (معمارية) متميزة ترتبط بقوة مع تفاعلات إيكولوجية معينة. وبالنسبة للشبكات التعاونية ـ حيث تفيد التفاعلات طرفي العلاقة، كعلاقة النبات بالكائنات الملقِّحة، أو علاقة السمكة بالسمكة المنظِّفة ـ فإن النمط الأكثر انتشارًا يبدو هو التداخل، بحيث يتفاعل نوع متخصص إيكولوجيًّا (له شركاء قليلون) مع مجموعة فرعية لشركاء كثيرين من أنواع أكثر عمومية إيكولوجيًّا تزدهر بمختلف البيئات، وتستفيد بالموارد المتاحة. لا يزال أصل وتداعيات تداخل الأنواع قيد نقاش قوي. وكان سوفايس وزملاؤه[1] قد نشروا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» إسهامًا مبتكرًا ومثيرًا حول هذا الموضوع بإظهار العلاقات القوية فيما بين وفرة الأنواع، ومعمار التداخل، واستقرار التجمعات.

والتداخل بين الأنواع نمط يتميز بعدة سمات (الشكل 1)، منها وجود توزيع منحرف (إحصائيًّا) لعدد الشركاء المتفاعلين بالنسبة لكل نوع، مع كثير من الأنواع المتخصصة، وقليل من الأنواع العمومية. وتداخل الأنواع يعني أيضًا تخصصًا غير متماثل، بحيث تميل الأنواع المتخصصة للتفاعل مع الأنواع العمومية. وأخيرًا، تشكل الأنواع العمومية في شبكة التداخل قلبًا مفردًا شديد الترابط، مما يجعل الشبكات متماسكة جدًّا.

طُرحت ثلاث فرضيات رئيسة لتفسير البيولوجيا الكامنة وراء هذه البنية شديدة التنظيم كما تبدو. إحداها أن تداخل الأنواع «محايد»، أي كافة التفاعلات بين الأفراد محتمَلة بالتساوي. وتخضع وفرة الأنواع بعدة تجمعات لمنحنى ناقوسي الشكل قياسي التوزيع مع عدة أنواع نادرة وبضعة أنواع واسعة الانتشار. وضمن هذه الفرضية، تؤدي الاختلافات في وفرة الأنواع إلى اختلافات في التفاعلات على مستوى الأنواع: يُتوقع أن تتفاعل الأنواع الوفيرة أكثر بكثير، ومع أنواع أكثر، مقارنةً بالأنواع النادرة، وتميل الأنواع النادرة إلى التفاعل مع الأنواع عالية الوفرة، بدلًا من الأنواع النادرة الأخرى. وبرغم ذلك.. ليس سهلًا تفسير الارتباط التجريبي بين وفرة الأنواع وعمومية الأنواع[2]. هل تصبح الأنواع عمومية لأنها أكثر وفرة أم أنها أكثر وفرة لأنها أنواع عمومية، ولذلك تتمكن من الوصول إلى موارد أكثر؟

تشير الفرضية الثانية إلى أن تداخل الأنواع يؤثر على الديناميّات الإيكولوجية، وخاصة تعايش الأنواع واستقرار التجمع. وهناك حجة بسيطة تدعم هذه الفرضية تقول إنّ الأكثر أمانًا للأنواع المتخصصة أنْ تتفاعل مع الأنواع العمومية، بدلًا من التفاعل مع أنواع متخصصة أخرى، لأنه يُتوقع أن تتميز الأنواع العمومية بتقلبات أقل في ديناميات التجمع، وبالتالي تصبح شريكًا أكثر موثوقية. مثل هذه القيود على تواصُل واستقرار التجمعات يمكن أن تكون قوة دافعة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تُشكّل طبيعة شبكات التفاعل. ومع ذلك.. ليس هناك إجماع بخصوص هذه المسألة ـ في السنوات الأخيرة ـ بين عدة أبحاث[3-6] حول ارتباطات تداخل الشبكات بديناميّات التجمعات في الأنواع المتنافعة.

وحسب الفرضية الثالثة، قد يتشكل معمار التداخل بالديناميات التطورية المشتركة للأنواع المتفاعلة ضمن تجمع. وهناك عدة أمثلة لتفاعلات فيما بين الأنواع تؤثر بدورها في صحة الأفراد وتطور صفات الأنواع المحددة لماهيّة شركاء التفاعل المحتملين. تميل الأنواع وثيقة الارتباط في شبكات التفاعل التنافعية لأنْ يكون لها شركاء تفاعل متماثلون، وهو ما يؤكد فكرة أن التاريخ التطوري يؤثر على بنية الشبكات التنافعية[7]، لكن حتى الآن لم يتم ربط عملية تطورية محددة مباشرة ببنية التداخل.

ربط سوفايس وزملاؤه هذه الفرضيات الثلاث معًا بإظهار علاقة ذات خطوتين بين وفرة الأنواع في تجمع وتداخل شبكة التفاعل التي تصور ذلك التجمع. باستخدام مقاربات تحليلية ومحاكاة، أظهر المؤلفون أولًا أنه ضمن ظروف ثابتة لها عدد وقوة ثابتان من التفاعلات التبادلية فإن 'مقايضات التفاعل' (تبادل التفاعلات بين زوجين من الأنواع) الذي يؤدي إلى زيادة في وفرة النوع يزيد أيضًا الوفرة الكلية للتجمع. ثانيًا، أظهر الباحثون أن الوفرة الكلية للتجمع ترتبط إيجابيًّا بتداخل الشبكة. وهذا الارتباط يفتح آفاقًا مذهلة.

ولتوضيح مغزى نتائجهم، أظهر المؤلفون أنه تحت ظرف تؤدي فيها التبادلات إلى زيادة وفرة الأنواع، تؤدي المقايضة التكرارية في النهاية إلى تحويل الشبكات العشوائية ذات التفاعلات الموزعة عشوائيًّا بين الأنواع إلى شبكات متداخلة. تفسير هذا أن أي عملية تُعَظِّم وفرة الأنواع عبر تغيرات في التفاعلات بين الأنواع ستقود إلى شبكة تداخل. هكذا يصبح السؤال: أي العمليات البيولوجية يمكن انتقاؤه لأحجام تجمعات أكبر؟ ينطوي الانتقاء على

أنواع من مجموعة ١
g s
α β γ δ ε ζ η θ κ
أنواع من مجموعة ٢
a b c d e f g h i

الشكل 1| شبكة تداخليّة. تتخذ التفاعلات بين مجموعتين من الأنواع المتنافعة غالبًا بِنْيَة تداخلية، حيث تكون للأنواع المتخصصة (s) قليل من الشركاء، وتتفاعل مع مجموعات فرعية من عدة شركاء من الأنواع العمومية (g). وهنا يتم تلوين التفاعل ما بين صف وعمود بالأزرق، إذا كانت الأنواع تتفاعل. تتميز الشبكات التداخلية بسمات معينة، كالاستمرارية من الأنواع بالغة العمومية إلى الأنواع المتخصصة، وقلب من الأنواع الأشد ترابطًا (مربع أحمر) وميل الأنواع المتخصصة للتفاعل مع الأنواع العمومية (مثلًا، يتفاعل النوع المتخصص i مع النوع العمومي α). وتُظْهِر دراسة سوفايس وزملائه[1] أن وفرة الأنواع في شبكة تبادلية ترتبط إيجابيًّا مع تداخل الشبكة.

مستوى التجمع على عمليات انتقاء المجموعات كالانتقاء الشاق[8,9]. هناك حاجة إلى أبحاث أكثر لكشف العمليات التطورية المجهرية التي تؤثر في معمار الشبكة، لكن هذا المسار البحثي يبدو واعدًا.

يُظْهِر سوفايس وزملاؤه أيضًا أن حجم جماعات الأنواع الأكثر ندرة في التجمع مرتبط إيجابيًّا بمرونة التجمع، وهي سرعة عودة ديناميات التجمع إلى التوازن بعد اضطراب بسيط. هذه النتائج تشعل النقاش الراهن حول العلاقة بين معمار الشبكة واستقرار التجمع[3-6,10,11] بإدخال توزيع وفرة الأنواع كعنصر رئيس. ومرة أخرى، تبقى العمليات التي من خلالها ترتبط وفرة الأنواع الأكثر ندرة بمرونة التجمع بحاجة إلى تحديد. فقد تتضمن تلك العمليات الأنواع الأكثر ندرة مباشرةً، أو أنْ تظهر من آليات وعمليات أخرى تؤثر في الأنواع الأكثر ندرة، وفي مرونة التجمع معًا.

وأخيرًا وليس آخرًا، فالعلاقة التي وجدها سوفايس وزملاؤه بين تداخل الشبكة والوفرة الإجمالية للتجمع ذات اتجاهين. فالوفرة مرتبطة بالكتلة الحيوية، وهي أحد المتغيرات الرئيسة المستخدمة في دراسات التنوع الحيوي ووظائف النظم البيئية. لهذا.. توفر العلاقة ذات الاتجاهين جسرًا بين نتائج المؤلفين والأدبيات الثرية حول هذه الموضوعات. نحن نعلم بالفعل أن بنية الشبكات الغذائية، مثلًا، يمكن أن تؤثر في العلاقة بين التنوع الحيوي ووظائف النظام البيئي[12]، لكنّ المعلومَ قليلٌ حول تأثير الشبكات التعاونية على وظائف التجمعات الإيكولوجية. وشأن كل الأبحاث المثيرة، يثير عمل سوفايس وزملائه أسئلةً أكثر مما يقدِّم من إجابات. ■

كولن فونتين باحث بالمتحف الوطني للتاريخ الطبيعي، باريس، فرنسا.
البريد الإلكتروني: cfontaine@mnhn.fr

1. Suweis, S., Simini, F., Banavar, J. R. & Maritan, A. *Nature* **500,** 449–452 (2013).
2. Santamaría, L. & Rodríguez-Gironés, M. A. *PLoS Biol.* **5,** e31 (2007).
3. Bastolla, U. *et al. Nature* **458,** 1018–1020 (2009).
4. James, A., Pitchford, J. W. & Plank, M. J. *Nature* **487,** 227–230 (2012).
5. Thébault, E. & Fontaine, C. *Science* **329,** 853–856 (2010).
6. Allesina, S. & Tang, S. *Nature* **483,** 205–208 (2012).
7. Rezende, E. L., Lavabre, J. E., Guimarães, P. R., Jordano, P. & Bascompte, J. *Nature* **448,** 925–928 (2007).
8. Saccheri, I. & Hanski, I. *Trends Ecol. Evol.* **21,** 341–347 (2006).
9. Goodnight, C. J. *Phil. Trans. R. Soc. B* **366,** 1401–1409 (2011).
10. Saavedra, S. & Stouffer, D. B. *Nature* **500,** E1–E2 (2013).
11. James, A., Pitchford, J. W. & Plank, M. J. *Nature* **500,** E2–E3 (2013).
12. Thébault, E. & Loreau, M. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **100,** 14949–14954 (2003).

الفيزياء الفلكية

غيمة سوداء تميط اللثام عن أسرارها

تهيمن على كَوْننا نجوم هائلة ذات كتل ضخمة تعادل عشرة أضعاف كتلة الشمس أو أكثر. وتواجِه نظريات نشوء هذه النجوم الآن تحديات أرصاد غيمة من الغاز والغبار في طور الانقباض.

جوناثان سي. تان

على بعد عشرة آلاف سنة ضوئية، هناك وحش هائج، وعاصفة تتشكل. ذلك «الوحش» هو غيمة دوَّامة من الغاز والغبار بكتلة تفوق كتلة الشمس آلاف المرات. وتمثِّل «العاصفة» ولادة نجوم هائلة من هذه الغيمة، في غضون مليون سنة، سيكتسح الفضاء تدفق هائل من الضوء والريح الصادرين عن تلك النجوم، ليتبعها بنهاية المطاف ظهور عنيف لمُسْتَعِرات فائقة. يتسم فَهْم هذه الظاهرة بالأهمية، لا بسبب تأثيرها في مجرتنا اليوم فحسب، بل لأن من المتوقَّع أيضًا أن تتكوَّن مجموعة من النجوم شبيهة الشمس بجانب تلك النجوم الهائلة، ونعتقد أن منظومتنا الشمسية قد نشأت في بيئة كهذه[1]. ومؤخرًا، قدَّم بِرِتّو وزملاؤه[2] في دوريّة «علم الفلك والفيزياء الفلكية» أرصادًا جديدة لهذه الغيمة السوداء SDC335 (الشكل 1)، من ضمنها بيانات مبكرة من مرصد مجموعة هوائيات أتاكاما الراديويّة الميلّيمترية الكبيرة (ألما) القائم في أعالي الأنديز التشيلية، ويحاولون الإجابة عن السؤال الأساسي: كيف تكوَّن النجوم ذات الكتل الضخمة؟

توجد النجوم بكتل واسعة التنوُّع، تتراوح بين نحو عُشْر كتلة الشمس و100 ضعف تلك الكتلة على الأقل. ورغم أن لدينا فهمًا متطورًا جيدًا لكيفية تكوُّن النجوم صغيرة الكتل كالشمس[3]، بقي الغموض يلف تكوُّن النجوم كبيرة الكتل. هناك نجم واحد فقط بين كل بضع مئات من النجوم يتسم بضخامة كتلته. وتعني هذه الندرة، فيما يخص نجومًا في طور التكوين، أنّ أقرب أمثلة النجوم كبيرة الكتلة إلينا تبعد عنا أكثر كثيرًا من النجوم صغيرة الكتل، فالأولى تبعد عنا عادة آلاف السنوات الضوئية، لا مئات السنوات الضوئية، بل يبدو أن ولادة النجوم كبيرة الكتل تتطلب كثافات عالية للغاز فيما بين المنظومات النجمية، وحُبَيْبات غبار ممتزجة بهذا الغاز، مكوِّنة ضبابًا دخانيًا مجَرِّيًّا يحجب رؤيتنا لتلك الولادة في نطاقات موجات الضوء المرئي، وحتى الأشعة تحت الحمراء.

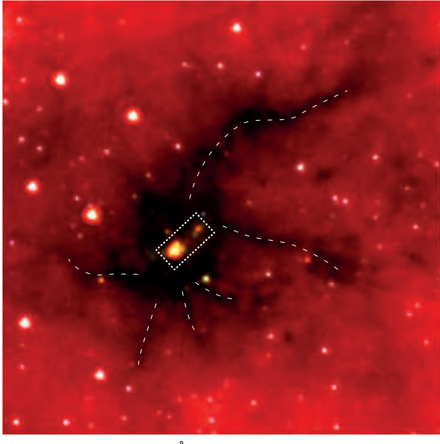
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وللتحديق في غيمات ولادة النجوم كبيرة الكتلة، كان على الفلكيين تطوير تليسكوبات تُظهر تفاصيل دقيقة عند أطوال موجات (أشعة تحت الحمراء البعيدة وأشعة راديو) أطول. وبسبب تأثير غلاف الأرض، ينبغي أحيانًا إرسال التليسكوبات إلى الفضاء، مثل تليسكوب سبيتزر Spitzer ، وهرشل Herschel، أو وضعها على ارتفاعات عالية على غرار مجموعة هوائيات مرصد ألما.

وثمة أفكار نظرية عديدة حول كيفية تكوُّن النجوم الضخمة. تُعرف إحداها بتعاظم النواة (التراكمي)[4،5]، حيث تكون غيمة غاز بالفضاء بين النجوم منضغطة (منقبضة) بتأثير جاذبيتها الذاتية، فتتجزّأ إلى كثير من «النوى» مختلفة الكتل. تنشأ النجوم صغيرة الكتلة من نوى صغيرة الكتلة، وتنشأ النجوم كبيرة الكتلة من نوى كبيرة الكتلة. وعندما تبدأ نواة بالانقباض لتكوين نجم، يحدث بها تراكم محدود نسبيًّا من غاز الغيمة المحيطة. نعتقد أن النجوم صغيرة الكتلة تتكوَّن بهذه الطريقة، بناء على أرصاد تفصيلية للنوى صغيرة الكتل[6]. أما الفكرة الثانية، وهي التعاظم التنافسي[7]، فتقول إن جميع النجوم تبدأ بالتكوُّن من نوى صغيرة الكتل، ثم تتنافس على التغذية بغاز إضافي من الغيمة المحيطة. وتتحدد كتلة النجم النهائية بحسب بيئته: نجوم تنمو؛ فتصبح ضخمة إذا كانت بمراكز الغيمات وتعرَّضت لانقباض سريع شامل يُحافظ على إمداد وفير من الغاز إلى مواضعها، بل إن النجوم الضخمة أثناء عملية التكوين يجب أن تُرى محاطة بمجموعة من النجوم صغيرة الكتلة التي تُحدِّد في نهاية المطاف كتلة المنظومة، وتوجِّه تدفق الانقباض الشامل.

تؤثر دراسة بِريتّو وزملائه في هذا النقاش. أولًا، من أرصاد أمواج مليّمترية الأطوال لانبعاثات الغبار الحرارية بمرصد ألما، يشتق الباحثون خصائص نواتين ضخمتي الكتلة قرب مركز الغيمة. هاتان النواتان هما بين أكثر النوى تطرُّفًا من حيث تركيز كتلة كبيرة تعادل مئات من كتلة الشمس ضمن حيِّز صغير كروي تقريبًا، يقل قطره عن 6 آلاف وحدة فلكية (AU)، حيث تساوي الوحدة الفلكية المسافة بين الأرض والشمس. وإذا تأكَّد ذلك، ستكون تلك ظروفًا استثنائية جدًّا لغيمة في الفضاء النجمي، حيث تتركَّز 10% من كتلتها الكلية في 0.001% فقط من حجمها. وبحسب وصف بِريتّو وزملائه، فتقديرات الكتلة اعتمادًا على انبعاثات الغبار مليمترية الأطوال الموجية غير يقينية، فهناك عامل شك يعادل بضعة أضعاف على الأقل. يُضاف إلى ذلك أن أحجام النوى الصغيرة لم تتضح جيدًا، بل استُنتِجت من توسيع طفيف لهيئاتها الزاوية، مقارنةً بأضيق هيئة يحققها التليسكوب لمصدر نقطي. ومع ذلك.. يبدو مرجَّحًا أنه قد عُثِر على نوى كثيفة كبيرة الكتلة، قادرة على تكوين نجوم ضخمة.

ثانيا، يستخدم بِرِيتّو وزملاؤه بيانات الأشعة تحت الحمراء، وتحت الحمراء البعيدة من تليسكوبي سبيتزر وهرشل؛ لدراسة الغيمة كبيرة الحجم. تبدو تلك الغيمة مذيَّلة عند أطرافها بخيوط من الغاز والغبار التي تمتد من المركز قُطريًّا. يجادل بِرِيتّو وزملاؤه أن هذا يقترح أنماطًا من التغذية الشاملة للنوى من الغيمة المحيطة. وبحثًا عن حركة مقترنة بمثل هذه التغذية، فحص بِرِيتّو وزملاؤه انبعاثات الخطوط الطيفية من عدة مؤشرات جُزيئية مُشعّة باستعمال كلٍّ من تليسكوب ألما، وتليسكوب موبرا Mopra الأسترالي. وقد اكتشفوا انزياحات دوبلر صغيرة في التردد تسببها حركة تلك الجزيئات المتجهة نحونا، أو بعيدًا عنا. واستنتجوا من هذه المعلومات أن الغيمة مضطربة، وفي حالة انقباض أيضًا، ولعل ذلك ناجمٌ عن جاذبيتها. ويحدث أقصى معدل للانقباض الحر إذا



الشكل 1| غيمة في طور الانقباض. أُخِذت صورة الأشعة تحت الحمراء هذه للغيمة السوداء SDC335 بواسطة تليسكوب سبيتزر. وجد بِرِيتّو وزملاؤه[2] نواتين غازيّتين ضخمتي الكتلة (الإطار المنقَّط) قرب مركز الغيمة، تصادف وجودهما مع مصدري أشعة تحت الحمراء، يُحتمل أن يكونا في طور تكوين نجمين ضخمي الكتلة. تنكمش شبكة من الذيول المحيطة بها (الخطوط المنقَّطة) باتجاه المركز، مما يتيح أفكارًا حول كيفية تكوُّن هذه النوى والنجوم.

لم تكن ثمة مقاومة من الضغط الداخلي، لكن تدفق (الانقباض) المرصود بامتداد الخيوط يقتضي معدل انقباض يعادل عُشْر معدل الانقباض الحر فقط.

خلص بِرِيتّو وزملاؤه إلى أن رصد الانقباض الشامل يدعم نظرية التعاظم التنافسي لتكوين النجوم الضخمة. ورغم أن الدليل على الانقباض دامغ، إلا أن هذا الاستنتاج قد يكون سابقًا لأوانه.. فالانقباض الشامل وحده لا يجوز استخدامه للتمييز بين التعاظم التراكمي والتعاظم التنافسي، لأن كليهما يفترضان غيمة ذاتية الانجذاب (الانقباض)، وينبغي أن تكون قد تجمَّعت بهذه الطريقة. وبدلًا من ذلك.. قد يكون معدَّل الانقباض أرجح أهمية في تحديد إنْ كان الغاز الذي يُكوِّن النجوم الضخمة يمتلك فرصة الانتظام أولًا في نوى ضخمة، أو يذهب بدلًا من ذلك بسرعة إلى منطقة مركزية، ويتوزَّع بين مجموعة نوى في طور التكوين، وهذا ما لم يُشاهَد بعد في الغيمة SDC335. هناك تفسير بديل ممكن للأرصاد، يرى أن الانقباض الشامل بطيء نسبيًّا، وأنّ نوى ضخمة الكتلة قد تكوَّنت وحققت كثافات أكبر كثيرًا من كثافة محيطها الذي انفصلت عنه. ستكون تفاصيل أرصاد مرصد ألما وهو في حالة تشغيل كامل أدق بعشر مرات على الأقل، وهي تفاصيل ستكون ضرورية لحسم هذا النقاش. ■

جوناثان سي. تان يعمل بقسم الفلك والفيزياء، جامعة فلوريدا، جينزفيل، فلوريدا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: jt@astro.ufl.edu

1. Adams, F. C. *Annu. Rev Astron. Astrophys.* **48,** 47–85 (2010).
2. Peretto, N. *et al. Astron. Astrophys.* **555,** A112 (2013).
3. Shu, F. H., Adams, F. C. & Lizano, S. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **25,** 23–81 (1987).
4. McLaughlin, D. E. & Pudritz, R. E. *Astrophys. J.* **476,** 750–765 (1997).
5. McKee, C. F. & Tan, J. C. *Nature* **416,** 59–61 (2002).
6. Bergin, E. A. & Tafalla, M. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **45,** 339–396 (2007).
7. Bonnell, I. A., Bate, M. R., Clarke, C. J. & Pringle, J. E. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **323,** 785–794 (2001).

NATURE

قبل خمسين عامًا

"خلاصة الوراثة البشرية".. بقلم البروفيسور بِنْرُوز. ويتناول ـ طوال نصه ـ تلك النقاط ذات الأهمية العامة للكثيرين، خاصة الموضوعات التي يسأل عنها دائمًا الجاهلون بعلم الوراثة، مثل: هل ما زال الانتخاب الطبيعي فاعلًا، رغم التمدُّن والتقدم الطبي؟ في «التعليق»، يفسر بنروز ـ بتفصيل أكبر ـ كيفية نشوء الشذوذ الصبغيّ (الكروموزومي)، كالذي يسبب التخلف المنغولي والخنوثة؛ ويذكر نظريات حول احتمال وراثة السرطان؛ وتَطرَّق إلى علم الوراثة الدوائي؛ وأوجز القدر الهائل من التقلب الجيني الذي يظهر في تعدُّد الأشكال المعقدة لبروتينات الدم. وأخيرًا، يثير نقطة مهمة جدًّا، هي أنه بينما علماء الوراثة قلقون بصورة دائمة حول جودة الجنس البشري، ستتضاعف أعداد البشر خلال السنوات الخمسين المقبلة، وسيكون تحديد النسل أهم كثيرًا من المهمة العقيمة للتوصل إلى الإنسان السوبرمان.

من «نيتشر»، 24 أغسطس 1963

قبل مئة عام

هناك معرض يُظْهِر التلف الواقع في بسكويت كان قد أُرسل في عُلَب من الصفيح، مختومة باللحام؛ لاستعمال الجنود في جنوب أفريقيا، خاصةً خلال حرب البوير، وجبل طارق، ومالطا، وسيلان، وغيرها. وقد تم عرضه مؤخرًا في القاعة المركزية بالمتحف البريطاني (التاريخ الطبيعي)، وسوف يظل المعرض مفتوحًا لمدة شهر. كانت العوامل النشطة في البسكويت هي يرقات العث والخنافس متناهية الصغر. والظاهر أنه بسبب استحالة أنْ تكون هذه الحشرات ـ في كل الاحتمالات ـ قد تحملت درجات الحرارة التي خُبِزَ فيها البسكويت، لا بد أن بيض هذه الحشرات قد وُضِعَ خلال فترة تبريد البسكوت قبل تعليب.

من «نيتشر»، 21 أغسطس 1913

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 8 أغسطس 2013
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 8 أغسطس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

وظائف الأعضاء

صمام أمان بيورين أيضي

تحدث السيطرة على تركيزات وتدفق حوالي ألف من نواتج الأيض في خلية حية مثل بكتيريا الإشريكية القولونية بواسطة تنظيم تركيزات الإنزيم ونشاطاته وإشغاله للركيزة. ويُذكر أن تَخْليق بيريميدين الحيوي الجديد ينظّم في أول خطوة للمسار الذي يُتّخَذ (محفزًا بإنزيم أسبارتات ترانسكاربامويليز)، وفي الخطوة السابقة (إنزيم المخلق للكاربامويل فوسفات). في هذه الدراسة، حدد الباحثون استراتيجية تنظيمية جديدة يمكن أن تُستخدَم فيها خلايا البكتيريا الإشريكية القولونية مسار الفائض من UMP إلى يوراسيل، وتضمن ألّا تُراكِم الخلايا فائضًا من المنتجات النهائية للتخليق الحيوي للبيريميدين. تنطوي الآلية على تنظيم ردود الفعل لإنزيم المسار قرب الطرفي، UMP كيناز: فيتم منع تراكم UMP عن طريق عمل UmpH (إنزيم فوسفاتيز بوظيفة فسيولوجية غير معروفة سابقا)، الذى يحولها إلى يوريدين. وتماثل هذه العملية تلك التي شوهدت في أيض الكربون المركزي، حيث يؤدي الإفراط في هدم السكر إلى تراكم البيروفات التي يمكن أن تفرز كلاكتات، أو إيثانول، أو خَلّات.

Pyrimidine homeostasis is accomplished by directed overflow metabolism
M Reaves *et al*
doi:10.1038/nature12445

الجينوميّات

جينوم خلية HeLa مستقر بشكل مدهش

أول توصيف جينومي للخط الخلوي لسرطان «هيلا» HeLa ـ وهو الأطول خدمةً، ويمكن القول إنه الخط الخلوي البشري الأكثر شيوعًا واستخدامًا في البحوث الطبية الحيوية ـ أماط اللثام عن جينوم مستقر بشكل مدهش فيما يتعلق بالطَفْرَة النُّقطية وتغييرات عدد النسخ. وقد لا يكون معدل طفرة النقطة أعلى من معدلات الطفرات الجسدية في الأنسجة الطبيعية، فتغيُّرات قليلة جدًّا في عدد النسخ تميِّز جينومات مختلف سلالات «هيلا» التي انقسمت عن بعضها البعض بمنتصف الخمسينات الماضية. درس الباحثون العلاقة بين جرعة الجين وتعبيره، من خلال دمج مجموعات بيانات عديدة، ومن ضمنها تلك المستمدَّة من مشروع موسوعة ترميز الحمض النووي «إنكود»، ووجدوا تنشيطاً قوياً لطَليعة الجين الوَرَمي *MYC* بواسطة تكامل فيروس الورم الحليمي البشري–18 (HPV-18) عند كروموسوم 8q24.21.

The haplotype-resolved genome and epigenome of the aneuploid HeLa cancer cell line
A Adey *et al*
doi:10.1038/nature12064

الأحياء المجهرية

فيروس MERS-CoV يتقيّد بمستقبِل CD26

مع أواخر يونيو الماضي، وردت تقارير عن أكثر من سبعين عدوى بفيروس كورونا ـ المسبِّب لمتلازمة الشرق الأوسط التنفسية ـ (MERS-CoV) الذي ظهر مؤخرًا، والشبيه بمتلازمة سارس التنفسية الحادّة، منها 40 حالة وفاة. يعمل الإنزيم المحول للأنجيوتنسين2 (ACE2) كمستقبِل بسطح الخلية لفيروس سارس التاجي، لكن المستقبِل الوظيفي لفيروس كورونا متلازمة الشرق الأوسط التنفسية هو ببتيديز4 ثنائي الببتيديل، المسمى أيضًا CD26. وتعرض هذه الدراسة البِنْيَة البلورية لنطاق تقييد مستقبل البروتين الشوكي لفيروس كورونا متلازمة الشرق الأوسط التنفسية، حرًّا أو مقيدًا إلى المستقبِل. وتكشِف البِنَى وجود نطاق فرعي أساسي مماثل لنظيره بالبروتين الشوكي لفيروس كورونا متلازمة الشرق الوسط التنفسية، وموتيف تقييد مستقبِل خارجي فريد تحكمه الضفيرة، الذي يتعرف على CD26. وقد يكون هناك إمكان لاستعمال نطاق مقيِّد للمستقبِلات، مناسب الطَّيّ كمولِّد مناعة في لقاح لفيروس كورونا متلازمة الشرق الأوسط التنفُّسِيّة.

Molecular basis of binding between novel human coronavirus MERS-CoV and its receptor CD26
G Lu *et al*
doi:10.1038/nature12328

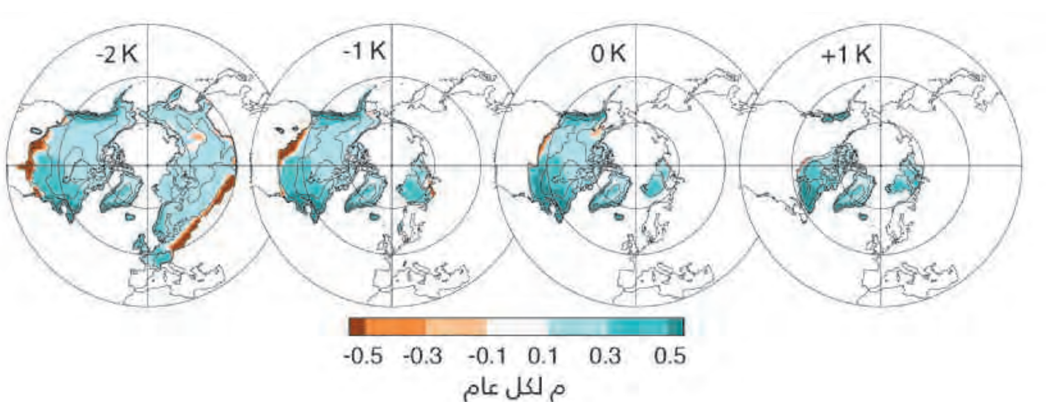
تاريخ المناخ

القوة الدافعة لدورة تجلُّد 100000 سنة

هَيْمَنَت على مناخ الأرض في المليون سنة الماضية دورة تَجَلُّد استمرت 100 ألف سنة، شهدت تمددًا وتراجعًا لصفائح الجليد بنصف الأرض الشمالي. وتفاوتات التشميس (إشعاع الشمس الواصل لسطح الأرض) ـ الناجم عن تغيرات مستمرة في مدار الأرض وتموضعها إزاء الشمس ـ تقترن بشدة مع التجلد، لكن ظلت الآليّات الفيزيائية التي تقود تلك الدورة غير جَلِيَّة. ومؤخرًا، برهن أياكو أبيه–أوشي وزملاؤه على أن تفاوتات التشميس تتفاعل مع حجم صفائح الجليد والأرض الصلبة؛ للسيطرة على دورات تمتد 100 ألف سنة. ويُظهِر نموذج الباحثين أن التغذية الداخلية الراجعة بين التشميس والمناخ وارتفاع الأرض تحت الجليد تتيح لصفائح الجليد النمو تدريجيًّا؛ حتى تصل إلى أقصى حجم. وعند تلك النقطة، فإن ارتفاع صفيحة الجليد المنخفض الناجم عن تأخير ارتداد الأرض الصلبة يعني أن زيادة صغيرة في التشميس يمكن أن تدمِّر صفيحة الجليد في بضع آلاف من السنين.

Insolation-driven 100,000-year glacial cycles and hysteresis of ice-sheet volume
A Abe-Ouchi *et al*
doi:10.1038/nature12374

الشكل أسفله | تخلف أطوار الاتزان والتطور العابر بصفائح جليد نصف الأرض الشمالي. تظهر الخرائط أشكال الاتزان والتوازن الكتلي السطحي لصفائح الجليد عندما يبلغ الشذوذ المناخي نسبة إلى الأحوال الراهنة (من اليسار إلى اليمين) على الترتيب: 2- و 1- و 0 و 1 كلفن (درجات الحرارة الصيفية)، وعند تشغيل النموذج بدءًا من صفائح جليدية ابتدائية كبيرة. وتشير الألوان إلى التوازن الكتلي السطحي السنوي بالمتر. لاحظ مناطق الاجتثاث الضخمة، وكذلك معدلات الاجتثاث (توازن كتلي سلبي) التي تظهر عند خطوط العرض المنخفضة الحارة.



البيولوجيا التطوريّة

استخدامات جديدة لِسِمَات قديمة

تستخدم هذه الدراسة نَهْجَ بيولوجيا النظم؛ للإجابة عن أحد أقدم الأسئلة في علم الأحياء التطوري: ما نسبة الابتكارات أو التكيُّفات التطورية التي لها أصول في السمات غير التكيفية، أو سمات ـ مثل ريش لا يُستخدَم في الطيران ـ لا علاقة لمنافعها للكائن بكيفية ظهورها أول مرة؟. قام أديتيا بارڤ، وأندرياس فاجنر بمحاكاة شبكات أيضيّة حقيقية قادرة على استدامة الحياة بمصادر كربون مختلفة. وبأخذ عينات من هذه الشبكات، وجد الباحثان أن شبكات قابلة للحياة على مصدر كربون محدد كانت بالفعل قادرة على أيض عدة مصادر كربون أخرى. وتُظْهِر هذه النتائج أن أنظمة الأيض تؤوي عدة تكيُّفات مُسبَقة خافية، وقد تتطور إلى وظائف جديدة. وتشير هذه الدراسة أيضًا إلى أن ابتكارات عديدة قد تكون لها أصول غير تكيُّفِيّة.

A latent capacity for evolutionary innovation through exaptation in metabolic systems

A Barve *et al*

doi:10.1038/nature12301

الأحياء المجهرية الإيكولوجية

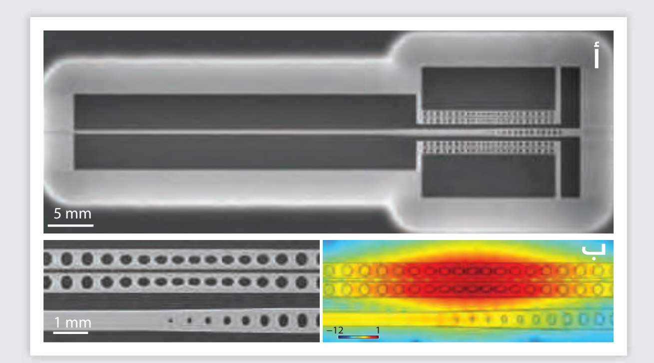
فَقْد النيتروجين البحري بأثر تكافل ميكروبي

يُعدّ التبادل الأيضي بين الأنواع الحية استراتيجية فعالة لحصاد الطاقة الكامنة بالبيئات محدودة الموارد، ويُعتقد أن الأيضِيّات الميكروبية المتشاركة ذات أهمية محتملة للدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (البيوجيوكيميائية) بالرواسب البحرية. وتُظْهِر هذه الدراسة أن اتحادًا تكافليًّا بين نوعين من البكتيريا جَمادِيَّة التغذية (ثيوبلوكا *Thioploca* وأنامّوكس *anammox*) اللتين تزدهران في الرواسب البحرية الغنية بالمواد العضوية، يمكن أن يفسر جزءًا أساسيًّا من الإنتاج القاعي الكلي لغاز النيتروجين في الرواسب شحيحة الأكسجين لحوض سولبداد عند الهامش المكسيكي من المحيط الهادئ. وقد يقدم تكافل ثيوبلوكا وأناموكس ـ لو اتسع نطاقه ـ بالوعة رسوبية مهمة للنيتروجين الثابت، قد تصبح مهمة باضطراد في محيط دافئ أقل أكسجة.

Nitrogen losses in anoxic marine sediments driven by *Thioploca–anammox* bacterial consortia

M Prokopenko et al

doi:10.1038/nature12365



الفيزياء

آفاق رقائق الضوء المضغوط

يبذل الضوء الساقط على جسم ميكانيكي قوة ضئيلة تُبَدِّل حركة الجسم. وهو تأثير يُدْرَس بمجال الميكانيكا الضوئية. وبدورها، تبذل حركة الجسم نفسها أثرًا رجعيًّا على الضوء، مما ينتج ضوءًا «مضغوطًا» بسلوك غير كلاسيكي. وكان الضوء المضغوط مع تقلبات كمية دون تلك التي بمجال الفراغ قد اقتُرِح منذ حوالي ثلاثة عقود، كوسيلة لتجاوز الحدود الكمية القياسية بقياسات القوة الدقيقة. وقد بيّن صفوي نائيني وزملاؤه توليد الضوء المضغوط باستخدام قياس الموضع المتواصل لنظام ميكانيكي ضوئي صلب الحالة، معمول من رقيقة سيليكون مجهرية، ويتألف من رنَّان ميكانيكي مجهري مقترن بفجوة فوتونية نانوية. وبمزيد من تحسينات الجهاز، ينبغي أن يكون ممكنًا حصول ضغط على رقائق عند مستويات دالة، مما يجعل مثل هذه الأجهزة المجهرية المتكاملة مثالية لتطبيقات قياس الدقة.

Squeezed light from a silicon micromechanical resonator

A Safavi-Naeini *et al*

doi:10.1038/nature12307

الشكل أعلاه | جهاز ميكانيكي بصري. أ، صورة باستخدام مجهر إلكترون المسح لتجويف ميكانيكي بصري مِغلاق مقترن بالدليل الموجي. عرض الدليل الموجي متناقص تدريجيًّا ثابت الحرارة بامتداد طوله وينتهي بمرآة بلورة فوتونية بجوار التجويف. تناقص الدليل الموجي تدريجيًّا يتيح اقتران المدخلات والمخرجات بكفاءة وانتهاء البلورة الفوتونية يجعل الاقتران بالتجويف أحادي الجانب. هناك تجويفان مِغلاقان مقترنان فوق وأسفل الدليل الموجي، كل منهما له تردد رنين بصري مختلف قليلا، مما يتيح لهما أن يعالجا بشكل منفصل. **ب،** إلى اليسار: لقطة عن قرب لمنطقة الاقتران بين أحد التجويفين والدليل الموجي. إلى اليمين: محاكاة بطريقة العناصر المحدودة (FEM) لتسرب مجال التجويف إلى الدليل الموجي. لاحظ أن المجال لا يتسرب إلى منطقة مرآة الدليل الموجي.

البيولوجيا الجزيئية

تأثير فيتامين «سي» على الخلايا المناعيّة

تنظم إنزيمات «تيت» Tet مثيلة الحمض النووي بتحويل 5–ميثيل–سيتوزين (mC) إلى 5–هيدروكسي–ميثيل–سيتوزين (hmC)، وغيرها من متغايرات المؤكسدة. وهنا يظهر فيتامين «سي» ـ وهو عامل مساعد للإنزيمات من عائلة إنزيمات «تيت» نفسها ـ كمنظم مباشر لنشاط إنزيمات تيت في الخلايا الجذعية الجنينية للفأر، التي عادة ما يتم استنباتها في غياب فيتامين «سي». إنّ إضافة فيتامين «سي» إلى وسط الاستنبات تؤدي إلى زيادة محتوى 5–هيدروكسي–ميثيل–سيتوزين (hmC)، ونزع الميثيل من معززات جينية عديدة. وإعادة تشكيل مثيلة الحامض النووي وأنماط التعبير الجيني تشابه عملية نزع ميثيل الحمض النووي التي تحدث في الكتلة الخلوية الداخلية للجنين المبكر.

Vitamin C induces Tet-dependent DNA demethylation and a blastocyst-like state in ES cells

K Blaschke *et al*

doi:10.1038/nature12362

علوم الفضاء

غبار إنسيلادوس قيد الرَّصْد

بين عامي 2005، و2012 حَصَلَ مطياف المسح التصويري البصري وبالأشعة تحت الحمراء (VIMS) ـ الخاص بمركبة الفضاء "كاسيني" ـ على 252 صورة لعمود (سحابة) غبار بخار الماء، وحبيبات جليد تنبعث قرب القطب الجنوبي لإنسيلادوس قمر زحل. تم تحليل هذه الصور؛ بهدف استكشاف طبيعة القوى الجيولوجية المحرِّكة لهذا الغبار. وأظهر الباحثون أنه مع تحرُّك إنسيلادوس في مداره الإهليلجي، يبلغ سطوع سحابة الغبار ذروته ـ وتنضم إليها كميات أكبر من المادة ـ عندما يكون إنسيلادوس في أبعد مسافاته عن زحل. يتسق هذا مع نموذج تؤدي فيه قوى المد والجذر دورًا مهمًّا في السيطرة على نشاط الغبار، ربما بتغيير عرض القنوات بين السطح ومختلف الخزانات السفلية المحدِثة للصدوع التي ينبعث من خلالها عمود الغبار.

An observed correlation between plume activity and tidal stresses on Enceladus

M Hedman *et al*

doi:10.1038/nature12371

الأحياء المجهرية

"كوكتيل" البكتيريا يؤدي إلى استقرار البطن

تسهم اختلالات توازن مجهريات البقعة المعوية بشكل كبير في حالات

الالتهاب والتحسس. وبالتالي، فإن التلاعب بميكروبات القناة الهضمية يَعِد بعلاج هذه الاضطرابات المناعية. وتورد هذه الدراسة عزل 17 سلالة من بكتيريا المِطثيَّات *Clostridia* بشريّة المصدر، وقادرة على تحفيز الاستجابة المناعية باستحثاث تراكم الخلايا التائية التنظيمية، وإنضاجها وظيفيًّا. خفف تناول مزيج من هذه المطثيات بطريق الفم المرض في نماذج فئران مصابة بالتهاب القولون والإسهال التحسسي، مما يشير إلى أن هذه السلالات البكتيرية قد تكون مرشحة لتطوير علاجات بكتيرية بطريق الفم؛ لعلاج الاضطرابات الالتهابية.

Treg induction by a rationally selected mixture of Clostridia strains from the human microbiota

K Atarashi *et al*

doi:10.1038/nature12331

التاريخ الطبيعي

عالم الثدييات المبكرة المتشابك

أسفر تقريران مستقلان عن حفريتين مكتشفتين حديثًا من العصر الجوراسي بالصين (منذ 160–165 مليون سنة) عن نتائج متضاربة حول أصول الثدييات. كانت الهاراميادات من ثدييات حقب الحياة الوسطى (الميسوزوية)، وكانت لها أسنان غريبة، مُشْتقّة (حادة) للغاية، وشبيهة بأسنان القوارض. وبسبب هذا.. كانت متحالِفة مع اللانابيّات، وهي مجموعة أكبر وناجحة للغاية من الثدييات، شبيهة بالقوارض التي عاشت حتى العصر الأيوسيني. ومشكلة الهاراميادات أنها كانت معروفة ـ حتى الآوَنة الأخيرة ـ من الأسنان فقط. وكشف تقرير جِن مَنج وزملائه مخلوقًا أكثر اكتمالًا بكثير، ومَكَّنَتْهُ سماته من التحالف مع اللانابيّات، مما يؤكد رؤى أبكر، مما يعني أيضًا أن جذور الثدييات الباقية تعود إلى العصر الترياسي. وعلى نقيض ذلك.. كانت الهاراميادات ـ التي وصفها جه زي لواه وزملاؤه ـ بدائية بشكل مذهل في كثير من سمات الفك والكاحل، مما يعني أن الهاراميادات تتخلف كثيرًا في تصنيف الثدييات، ولا قرابة لها مع اللانابيّات مطلقًا. وهذا التفرع الثنائي هو تذكير فقط بِقِلّة معرفتنا بالحفريات التي يُعَدّ تفسيرها أمرًا حاسمًا في التطور المبكر للثدييات.

A Jurassic mammaliaform and the earliest mammalian evolutionary adaptations

C Zhou *et al*

doi:10.1038/nature12429

A new arboreal haramiyid shows the diversity of crown mammals in the Jurassic period

X Zheng *et al*

doi:10.1038/nature12353

الشكل أعلاه | الميجاكونُس الجوراسي الجديد ثديّ الشكل (شبيه السنجاب) يعيّن السمة الهيكلية.

الطب التجدُّدي

تجدُّد الأُذن الداخليّة

وضعت إيري هاشينو وزملاؤها نهجًا جديدًا لتحقيق التمايز التدريجي للخلايا الظهارية الحسية للأذن الداخلية من الخلايا الجذعية الجنينية للفأر في مُستنبت خلوي ثلاثي الأبعاد. تحاكي هذه العملية التطور الطبيعي. وخلايا الشعر المشتقة من الخلايا الجذعية لها السمات الوظيفية التي لخلايا الشعر الميكانيكيَّة الحساسة، وتشكل نقاط اشتباك عصبي مع عصبونات حسية مستمدة أيضًا من الخلايا الجذعية الجنينية في المستنبت. ويمكن استخدام هذا النهج الجديد لدراسة نمو الأذن الداخلية، ويمكن أن يوفر أيضًا وسيلة لتوليد خلايا الشعر؛ لصياغة نماذج المرض، واكتشاف الأدوية، وتجارب العلاج الخلوي.

Generation of inner ear sensory epithelia from pluripotent stem cells in 3D culture

K Koehler *et al*

doi:10.1038/nature12298

علم الأعصاب

نظام بصري متشابك.. من الحشرات للثدييات

استخدمت ثلاث دراسات نُشرت مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» شبكة العين نموذجًا لرسم خرائط تشابكات الدوائر العصبية من مستوى الاتصالات المَشْبَكِيَّة الفردية إلى نطاق واسع من التفاعلات المُتغصِّنة. فقد حَسّن هيلمشتيتر وزملاؤه أساليب مجهرية الإلكترون؛ لرسم دارة شبكية ثدية لحوالي ألف عصبون. تكشف هذه الدراسة نوعًا جديدًا من العصبونات الشبكية ثنائية القطبية، وتقترح آليات وظيفية لعمليات حوسبة بصرية معروفة. درست المجموعتان الأخريان اكتشاف الحركة البصرية في النظام البصري لذبابة الفاكهة، وهي مسألة كلاسيكية في الحوسبة العصبية. فقد استخدم تاكيمورا وزملاؤه مجهرية إلكترون شبه آلية؛ لإعادة بناء خريطة التشابكات العصبية أو «الكونِّيكتوم» connectome الأساسي (8637 نقطة اشتباك عصبي كيميائي بين 379 عصبونًا) من النخاع البصري لذبابة الفاكهة. وأظهرت نتائجهم دارة مرشحة لاكتشاف الحركة مع خطة توصيلات تتسق مع انتقائية الاتجاه. واستخدم مايساك وزملاؤه تصوير الكالسيوم؛ لإظهار أن عصبونات T4 وT5 تنقسم إلى تجمعات فرعية محددة، تستجيب للحركة في الاتجاهات الأربعة الأصلية، وهي محدَّدَة لهوامش «تشغيل» ON مقابل هوامش «تعطيل» OFF، على التوالي. وعندما تعطلت عصبونات T4، أو T5بالتحوير الوراثي، فشل ذباب مقيّد يسير على خرزات معلقة هوائيًّا في الاستجابة للمحفزات البصرية المناظرة.

Connectomic reconstruction of the inner plexiform layer in the mouse retina

M Helmstaedter *et al*

doi:10.1038/nature12346

A visual motion detection circuit suggested by *Drosophila* connectomics

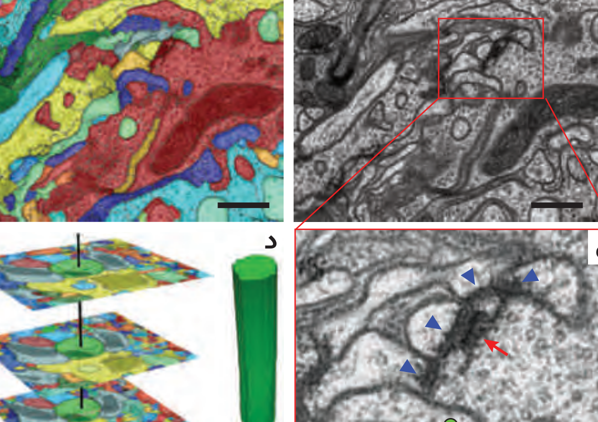
S Takemura *et al*

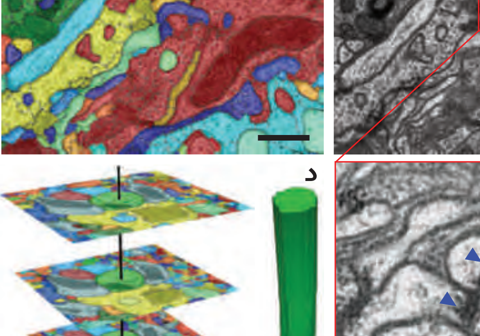
doi:10.1038/nature12450

A directional tuning map of *Drosophila* elementary motion detectors

M Maisak *et al*

doi:10.1038/nature12320





الشكل أسفله | إعادة بناء خريطة الاتصالات المشبكيّة «كونيكتوم» باستخدام مجهرية إلكترون المَقْطَع التَّسَلْسُلي. أ، صورة مجهرية نموذجية، واحدة من 2769 من سلسلة مجهر الإلكترون. **ب،** تدقيق تجزئة للصورة المجهرية في (أ) داخل مجموعة من صور المحور العصبي (ألوان مفردة). **ج،** تشكل المشابك العصبية عملية قبل المشبكية تحتوي على شريط- T (السهم الأحمر)، وترتبط «المحاور العصبية» بكثافات بعد المشبكية (رؤوس السهام الزرقاء) المتاخمة لشريط- T. وتفتقر عملية غير مشبكية (الدائرة الخضراء) للكثافة بعد المشبكية (في هذه العملية وفي مستويات قطع أخرى تحتوي على شريط-T). **د،** يتم إعادة بناء «المحاور العصبية» بربط مجموعة الصور في مقاطع متتالية (اليسار)، لبناء شكل ثلاثي الأبعاد (يمين).



غلاف عدد 15 أغسطس 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 15 أغسطس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا الجزيئية

دور أيضي شـامل لـ(cAMP)

أحادي فوسفات الأدينوزين الحلقي (cAMP) هو أحد جزيئات الإشارات المكتشفة مبكرًا، المدروسة بكثافة في البيولوجيا الجزيئية، ويُعتقد ـ بشكل واسع ـ أنه يركزعلى عملية التمثيل الغذائي للكربون في البكتيريا. ومؤخرًا، اكتشف تيرينس هوا وزملاؤه دورًا فسيولوجيًّا أوسع، حيث تنسق إشارات أحادي فوسفات الأدينوزين الحلقي تخصيص موارد الجينوم كله؛ استجابةً لاحتياجات الأيض الشاملة، بما فيها ـ على سبيل المثال ـ النيتروجين والفوسفور. ولإعادة كتابة مقررات البيولوجيا الجزيئية الدراسية، اتبع الباحثون نهجًا (تراتبيًّا) غير معتاد من أعلى إلى أسفل، يسمى «عِلْم الظَّواهِرالكَمِّي»، يمكن تطبيقه على بيولوجيا الأنظمة لمسارات إشارات أخرى، كالتي تنتج السرطان في خلايا الثدييات.

Coordination of bacterial proteome with metabolism by cyclic AMP signaling

C You *et al*

doi:10.1038/nature12446

الوراثة

حمض XIST يُسْكِت كروموسومًا إضافيًّا

في إناث الثدييات، يُطْلِق حمض XIST النووي الريبي الكبير غير المرمِّز إسكات النَّسْخ الجيني لأحد كروموسومَيّ X. وهذا التعطيل لكروموسوم X مهم، لأن جرعةً مضاعفة من جينات X ستكون ضارة. وهنا، استخدمت جين لورنس وزملاؤها إنزيمات نوكلياز إصبع الزنك؛ لاستهداف جين XIST القابل للاستحثاث، والمنقول في كروموسوم 21 من خلايا متلازمة داون الجذعية المستحثة متعددة القدرات، وهي حالة يسببها وجود كروموسوم 21 ثالث. وجد الباحثون أن الحمض النووي الريبي XIST يغلف نسخةً واحدة من كروموسوم 21، ويطلق إسكات الجين، مما يشير إلى إمكانات هذا النهج لدراسة الاضطرابات الكروموسومية، مثل متلازمة داون، وللبحث في العلاجات الجينيّة.

Translating dosage compensation to trisomy 21

J Jiang *et al*

doi:10.1038/nature12394

الوراثة

بِنْيَة تقييد الريبي بمفتاح "تي-بوكس"

تم العثور على مفاتيح «تي–بوكس» الريبية البكتيرية ("الصندوق التائي") عدة عوامل نسخ مشاركة في نمو الأطراف والقلب) بمنطقة UTR'5 (وهي منطقة غير مترجمة متصلة بذرة الكربون الرئيسة رقم 5) من الجينات المرمِّزة لإنزيم سينثيتيزز أمينوأسيل الحمض النووي الريبي النقال، وهي الإنزيمات التي تشحن جزيئات الحمض النووي الريبي النقال بالأحماض الأمينية. وهي تختلف عن غيرها من المفاتيح الريبية الأخرى في أنها تقيِّد جزيئات الحمض النووي الريبي النقال، بدلًا من جزيء صغير، أو ناتج أيضي لتنظيم التعبيرالجيني. ومؤخرًا، حَلّ جِنوي جانج، وأدريان فيري داماريه البنية البلورية لمنطقة تقييد «تي–بوكس» بالحمض النووي الريبي النقال، Stem I، المُقَيَّدة إلى الحمض النووي الريبي النقال. وتبين البنية ـ التي طال انتظارها ـ أن هذه المنطقة تقيِّد ليس فقط مضاد الكودون، لكنها محضن لكل الحمض النووي الريبي النقال، وتشكِّل وسطًا بينيًّا. يُسهِّل التقييد بتوافق مستحث متبادل بين «تي–بوكس» الحمض النووي الريبي والحمض النووي الريبي النقال. وتتواسط موتيفات «تي–لوب» ـ أو (الأنشوطة التائية) ـ تفاعلات تماثل تلك التي تجريها إنزيمات رَيبونوكلياز P، ونطاق من وحدة الريبوسوم الفرعية الكبيرة، رغم أن الأنواع الثلاثة ليس لها سلف تطوري مشترك.

Co-crystal structure of a T-box riboswitch stem I domain in complex with its cognate tRNA

J Zhang *et al*

doi:10.1038/nature12440

الفيزياء الكمية

نحو نَقْـل لَحْظِيّ كفء

النقل اللحظي الكَمِّي أحد أهم البروتوكولات الأساسية في معالجة المعلومات الكمّية. وقد أنجزت دراسات سابقة نقلًا لحظيًّا كميًّا، لكنه كان عشوائيًّا وبمعدلات منخفضة. وكانت مجموعتان بحثيّتان قد أوردتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» منهجَين متباينين لتحقيق الهدف نفسه، أي نقل لحظي كَمِّي أكفأ. يصف تاكيدا وزملاؤه إنجازًا تجريبيًّا لنقل لحظي كَمِّي قطعي مطلق لكيوبِتات فوتونية ـ وهو أمثل خيار لحمل المعلومات ـ بموثوقية نقل تتجاوز حدود النقل اللحظي الكلاسيكية. وقد ييسر هذا الأسلوب تطوير شبكات ضوئية كمية واسعة النطاق. وأورد ستيفن وزملاؤه نقلا لحظيًّا كميًّا في نظام الحالة الصلبة، حيث حققوا نقلًا لحظيًّا كميًّا قطعيًّا في تصميم دارة فائقة التوصيل على رقاقة. ونقلوا لحظيًّا حالات كمية بين نظامين واضحين مفصولين بمسافة 6 مليمترات بمعدل 10 آلاف مرة في الثانية، مما يتجاوز التطبيقات المنشورة الأخرى. وفاقد النقل في الأدلة الموجهة فائقة التوصيل منخفض، وبالتالي يمكن تغيير حجم هذا النظام لمسافات أكبر بشكل دال، وهي خطوة تجاه الاتصال الكمي عند ترددات المايكروويف.

Deterministic quantum teleportation of photonic quantum bits by a hybrid technique

S Takeda *et al*

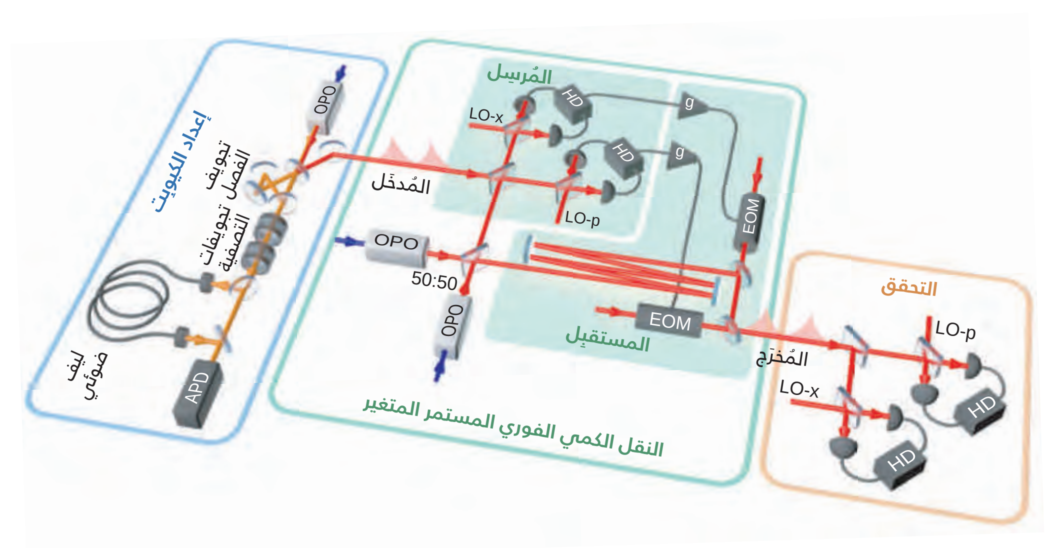
doi:10.1038/nature12366

Deterministic quantum teleportation with feed-forward in a solid state system

L Steffen *et al*

doi:10.1038/nature12422

الشكل أسفله | تصميم تجريبي. يسبق كشف نصف زوج فوتون متشابك ناتج عن متذبذب بصري بارامتري الكيوبِت أحادي الخانة الزمنية. والناقل الفوري المستمر-المتغيّر (مثل كسب التغذية الأمامية) دائمًا ما ينقل هذا الكيوبِت، ولكن بغير ثقة على مستوى الوحدة. ةالكيوبِت المنقول يتسم بقياس متجانس التقارن أو الفعل، فرديًّا أو مزدوجًا، للتحقق من نجاح النقل الفوري. APD: صمام ثائر بتوصيل ضوئي انهيالي؛ EOM: معدّل كهربي بصري؛ HD: كشـاف متجانس التقارن أو الفعـل؛ LO-x وLO-p: متذبذبان موضعيّان لقياس تربيعات x وp، بالترتيب.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم المناخ

التطرُّف المناخي يسبب زيادة CO_2

أشارت دراسات مؤخرًا إلى أن التطرف المناخي ـ كالموجات الحارة، والجفاف، والأعاصير ـ قد يوازن جزئيًّا بالوعات الكربون، أو حتى يسبب خسارة في مخزون الكربون. تبحث هذه الدراسة الاستكشافية أثر التطرف المناخي في دورة الكربون بالأنظمة البيئية الأرضية على مستوى العالم، وتخلص إلى أن تأثير التطرف المناخي يمكن أن يتجاوز تأثيرات بالوعات الكربون في الاحترار التدريجي؛ مما يسهم في فقدان سريع للكربون من مخزوناته المتراكمة، ويزيد كثافة ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي في المستقبل القريب.

Climate extremes and the carbon cycle
M Reichstein *et al*
doi:10.1038/nature12350

الفيزياء

زجاج يتحكم في نقل الحرارة والضوء

تسمح النوافذ الزجاجية بمرور الضوء، وتحجب الحرارة والبرد الشديدَين، لكن بتقدم المجال اللوني الكهربي مؤخرًا ـ وهو تغيير لوني (قابل للعكس) للنفاذ البصري، تبديه بعض المواد، استجابةً للشحن والتفريغ الكهروكيميائي ـ يمكن للنوافذ أن تقوم بأكثر من ذلك. وقد تقدمت ديليا ميليرون وزملاؤها خطوة نحو تطوير نوافذ يمكنها أن تقلل كثيرًا من تكاليف الإضاءة والتدفئة، وذلك بواسطة غشاء مركَّب، مكوّن من بلورات نانوية من أكسيد الإنديم المستخلص من القصدير، مُنَضَّدة في قالب زجاجي من النيوبيوم. وبتغيير الجهد المطبّق عبر نطاق 2.5 فولت، تمنع البلورات النانوية المشحونة انتقائيًّا ضوء الأشعة قرب تحت الحمراء، بينما يُعدّل الزجاج الضوء المرئي تحت تحيز كهروكيميائي. ولا يزال هناك كثير قبل إنتاج «نوافذ ذكية» عملية، وأجهزة أخرى، لكنّ البلورات النانوية المنضدة في الزجاج ستوفر أرضية صلبة لتحسينات أكثر.

Tunable near-infrared and visible-light transmittance in nanocrystal-in-glass composites
A Llordés *et al*
doi:10.1038/nature12398

التطور

تطوُّر تشريح حيوانات الرَّعْي العشبي

إنّ تفسير مورفولوجية أو تشكل الحفريات محفوف بالمشكلات. وعادةً ما يصوغ الباحثون معادلة سهلة بين التشكل وعادات الحياة، فمثلًا، الأسنان منخفضة التتويج من الفيلة القديمة أو «المَستودونات: حيوانات منقرضة تشبه الأفيال» البائدة، يبدو أنها تكيفت لأكل الأغصان الخشبية وأوراق الشجر، وهو سلوك يسمى الرعي الاستعراضي. والأسنان عالية التتويج لدى الفيلة الحديثة أكثر ملاءمة لرعي العشب والنباتات العشبية المماثلة. ويمكن إجراء الافتراض نفسه بالنسبة إلى مجموعة من ذوات الحوافر الأخرى. يشير علم الفيلوجيني (التاريخ التطوري) إلى أن حيوانات الرعي العشبي grazers تطورت من حيوانات الرعي الاستعراضي browsers، لكن هل حدث تبديل في الغذاء قبل تطور أسنانها الجديدة؟ يقدم أدريان لِستر جوابًا، على الأقل بالنسبة إلى الفيلة. وباستخدام وكلاء من النظائر المستقرة في تربة الحفريات ـ مؤشرًا على ما إذا كان الرعي عشبيًّا، أم استعراضيًّا ـ أظهر الباحث أن المستعرضات كانت تتحرك في المراعي العشبية المفتوحة منذ ملايين السنين قبل أن تصبح أسنانها عالية التتويج.

The role of behaviour in adaptive morphological evolution of African proboscideans
A Lister
doi:10.1038/nature12275

علوم الكون

تحليل طيفي لنجم مغناطيسي دوّار

الجسم المرصود 0418 SGR+5729 بمجرة درب التبانة، الذي شوهد أول مرة في يونيو 2009 كمكرِّر لأشعة «جاما» الناعمة، يظنه العلماء نجمًا مغناطيسيًّا، وهو نوع من نجوم النيوترون ذات المجال المغناطيسي القوي. وتُورِد هذه الدراسة تحليلًا طيفيًّا للأشعة السينية لهذا الجسم الغريب. والطَّيْف له خط امتصاص، يتغيّر حجمه جذريًّا حسب طور دوران النجم. ويُفسِّر المؤلفون هذا الخط كَسِمَة امتصاص لمعجّل سيكلوترون تتولّد قرب السطح، وطاقتها تعني مجالًا مغناطيسيًّا بمنطقة 10 (إلى 15) جاوس.

A variable absorption feature in the X-ray spectrum of a magnetar
A Tiengo *et al*
doi:10.1038/nature12386

الجينوميات

جينوم نخيل الزيت يكشف تاريخ الزراعة

تناولت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» وراثة نوعين مختلفين لأحد أهم المحاصيل المستخدمة اليوم (نخيل الزيت الأفريقي)، وابن عمه الأمريكي الجنوبي). يمثّل زيت النخيل حوالي نصف زيت الطعام المستهلك عالميًّا، وهو أيضا وقود حيوي. وكما لا يخلو الأمر من جدل بمناطق عديدة، فقد حلت فيها الزراعة الأحادية لنخيل الزيت محل الغابات الطبيعية القيِّمة. وقد أتاحت تحليلات تتابعات 1.8 جيجا قاعدة لجينوم نخيل الزيت الأفريقي ومسودة تتابعات نخيل الزيت الأمريكي الجنوبي تبصرًا بجينات التخليق الحيوي للزيت ومنظِّماتِها regulators، ووفرت سجلًا لتطور الجينوم. كان الحدث المفتاح في تدجين وتربية نخيل الزيت هو فقدان قشرته السميكة الشبيهة بقشرة ثمار جوز الهند. وتشخِّص الدراسة الثانية طفرات جين القشرة التي تحدد أشكال الثمار الموجودة في نخيل الزيت، وتُظْهِر أن طفرات جين القشرة التي نشأت بأفريقيا قبل الاستعمار هي المسؤولة عن قوة الهجين وحيد الجين، وارتفاع الإنتاجية التي بلغها نخيل الزيت.

Oil palm genome sequence reveals divergence of interfertile species in Old and New worlds
R Singh *et al*
doi:10.1038/nature12309

The oil palm *SHELL* gene controls oil yield and encodes a homologue of SEEDSTICK
R Singh *et al*
doi:10.1038/nature12356

الشكل أعلاه | أشكال ثمار نخيل الزيت الأفريقي *Elaeis guineensis*. ثمرة «دورا» (Dura (Sh/Sh تتمتع بقشرة ملجننة (متخشبة) سميكة محيطة بالنواة، وهي غائبة في ثمرة «بيسيفيرا» (pisifera (sh/sh. الجيل البنيوي الأول للنخيل الهجين(Sh/sh) لديه شكل ثمرة متوسط «تينيرا» tenera، هي أعلى إنتاجية بكثير من أيٍّ من والديها من حيث زيت لب الثمرة.

البيولوجيا الجزيئية

نقل نظام إفراز النوع السادس البكتيري

نظام إفراز النوع السادس (T6SS) البكتيري هو عُضَيّة مسؤولة عن

إزفاء (نقل من مكان إلى آخر) نطاق من جزيئات الاستجابة السُّمِّيّة بكل من البكتيريا وخلايا الفرائس حقيقية النوى. وتصف هذه الدراسة كيف أن بروتينات من فصيلة تكرار PAAR تُشكِّل تمددًا مخروطيًّا حادًّا على شوكة ذيل العاثية البكتيرية VgrG، وهو مركب بروتيني منخرط في اختراق خلية الفريسة، وله دور أيضًا في استقطاب المستجيبات. تدعم هذه البيانات نموذجًا جديدًا لنظام إفراز النوع السادس (T6SS) البكتيري الذي تُزَيَّن فيه الشوكة المَشْحُوذة (لذيل العاثية البكتيرية) بمُستجيبات متعددة، يتم تسليمها ـ بشكل متناغم ـ للخلايا المستهدفة بواسطة حالة إزفاء مفردة مدفوعة بالانقباض.

PAAR-repeat proteins sharpen and diversify the type VI secretion system spike
M Shneider *et al*
doi:10.1038/nature12453

علم المناخ

درجات حرارة متصاعدة، والظروف متوقَّعَة

أشارت تقارير مؤخرًا إلى أن تقلُّب درجة الحرارة العالمية سيزداد بصعود متوسط درجات الحرارة العالمية. ولو صح هذا، فقد يسبب مشكلات كبيرة.. فتكيّف مجتمع ما مع متوسط الظروف المتغيّرة شيء، لكنّ زيادة التقلب بما يسبب تطرفًا مناخيًّا شديدًا غير متوقع شيء آخر، بيد أن كريس هَنتنجفورد وزملاءه أظهروا أن النتائج الأكبر كانت نتاجًا مصطنعًا لأسلوب التطبيع (الحسابي) المستخدم. وحين يتم استبدال درجات الحرارة المطلقة، تكون هناك مناطق شاسعة ذات اتجاهات إيجابية وسلبية في التقلب المناخي، لكنْ سيكون هناك تغيُّر بسيط في تقلب درجات الحرارة العالمية.

No increase in global temperature variability despite changing regional patterns
C Huntingford *et al*
doi:10.1038/nature12310

علم الخلايا

طريقان إلى موت الخلايا المبرمَج

تتطلب إزالة الخلايا أثناء التطور تنفيذًا دقيقًا لبرامج موت الخلايا، التي يمكن أن تشمل مسارات معتمدة على إنزيم كاسباز caspase، ومسارات مستقلة عنه. وكان تاكاشي هيروس، وهـ. روبرت هورفيتز قد نشرا أن عاملًا واحدًا أعلى التيار يمكن أن يحركهما بالتوازي؛ لتدمير خلية واحدة. وأظهر الباحثان أن عامل النسخ SPTF-3 في دودة الرِّبداء الرشيقة *C. elegans* (إحدى الديدان الأسطوانية الشفافة) لا يحرك فقط نسخ جين *egl-1* —الذي يعزِّز موت الخلايا المبرمج من خلال تنشيط إنزيمات كاسباز، بل ينشط أيضًا نسخ جين *pig-1* ، الذي يرمِّز لكيناز بروتين، ويقتل الخلايا بطريقة مستقلة عن إنزيم كاسباز. وبالتالي، يمكن تنسيق مختلف مسارات قتل الخلايا بعامل نسخ مفرد. ويرى الباحثان أن مثل «عُقَد موت الخلايا» هذه قد تكون أهدافًا علاجية مهمة لأمراض يسببها موت الخلايا المفرِط.

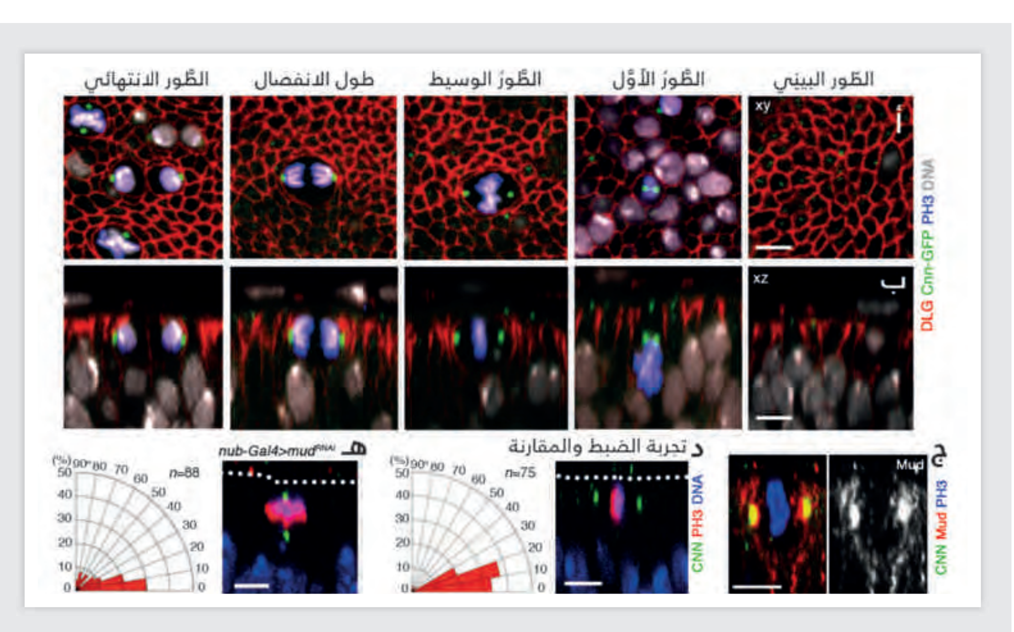
An Sp1 transcription factor coordinates caspase-dependent and -independent apoptotic pathways
T Hirose *et al*
doi:10.1038/nature12329

الوراثة

بِنَى الوحيدات الريبوزوميّة

لدى بدء الترجمة، تتقيد وحدة الريبوسوم الفرعية الصغيرة فقط بالحمض النووي الريبي المرسال. وبمجرد التعرف على كودون البدء، بواسطة الانتقال من مكان إلى آخر، أو «المسح» على طول الحمض النووي الريبي المرسال، تنضم وحدة الريبوسوم الكبيرة مع الوحدة الفرعية الصغيرة لإعادة تشكيل الريبوسوم كاملًا. حل إيفان لوماكين وتوماس ستايتز ثلاث بِنَى للوحدة الفرعية الريبوزومية الصغيرة حقيقية النواة في مركب مع الحمض النووي الريبي النقال البادئ، والحمض النووي الريبي المرسال، وعاملي البدء eIF1، وeIF1A. تقدِّم هذه البِنَى تبصُّرًا بمساهمات عوامل البدء، وهي آلية يتم بواسطتها مسح الحمض النووي الريبي المرسال، والتفاعلات التي تحدث بموقع ريبوسوم P.

The initiation of mammalian protein synthesis and mRNA scanning mechanism
I Lomakin *et al*
doi:10.1038/nature12355



الوراثة

طفرات جينيّة تُشارِك في اصطفاف المغزل

تَشَكُّل مِغْزَل الانقسام الميتوزي (العادي) هو خطوة رئيسة نحو فصل الكروموسومات إلى خليتين وليدتين أثناء الانْقِسام الميتوزي. ويُعتقَد أن اصطفاف المغازل الميتوزية الدقيق بمستوى الظهارة مهم للحفاظ على سلامة الأنسجة. ولا تزال محددات تموضع المغزل المستوي في الجسم الحي مجهولة. وهنا، أثبت ماثيو جِبسُن وزملاؤه أن قشرة الأكتوميوزين وكابِح الورم مُحدَّد الموقع بالوصلة ـ وهما «سكريبل»Scribble ، و«ديسكس» Discs large ـ منظمان أساسيان لاصطفاف المغزل المستوي. ويرتبط الاصطفاف المعيب لمغزل الانْقِسام الميتوزي مع نقض تراتب رقائق الخلية وموت الخلية المبرمج، بل ومنع موت الخلايا مختلة الاصطفاف يكفي لدفع تشكُّل كتل الخلايا الشبيهة بالورم. ويرى المؤلفون أنّ تصحيح الآثار الضارة لاصطفاف المغزل الشاذ بواسطة موت الخلايا المبرمج، وكبح هذه الآلية قد يؤديان إلى خلل التنسُّج الظهاري ونشوء الأورام.

Epithelial junctions maintain tissue architecture by directing planar spindle orientation
Y Nakajima *et al*
doi:10.1038/nature12335

الشكل أعلاه | التوجه السطحي للمغزل الميتوزي خلال تطور قرص الجناح. أ، ب، صور للمغازل الميتوزية في مستوى xy (أ) وفي مستوى xz (ب). **ج**، في الطور الوسيط، يتموضع MUD نحو قشرة الخلية وأُثْرِيَ على أقطاب المغزل. اللوحة اليسرى هي صورة مدمجة من CNN وPH3 لتسمية الكروماتين الميتوزي، وMUD. اللوحة اليمنى تُظْهِر MUD وحده. **د، هـ**، تقدير كمي لاصطفاف المغزل الميتوزي في تجربة الضبط والمقارنة (د) جزيء الحمض النووي الريبي المتداخل RNAi mud (هـ) أقراص الجناح. حرف n يشير إلى عدد المغازل المُشَاهَدة. مقياس البار 5 مايكرومترات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة اللاجينية

سيطرة غير جينية على خلايا جذعية ناضجة

تناولت دراسة جديدة أجراها لِنهِنج لي وزملاؤه تأثير حذف منطقة المثيلة التفاضلية–H19 أو (H19-DMR) في الخلايا الجذعية المنتجة للدم. والمعلوم أن منطقة المثيلة التفاضلية(DMR) تُسيطر على التعبير عن جين *H19*، وجين *Igf2* المدموغين من مَوْضِع *H19-Igf2* ، مما يقيِّد تعبير جين *H19* إلى الأليل الأُمومِيّ، وتعبير جين *Igf2* إلى الأليل الأبوي. أورد المؤلفون التعبير السائد لقائمة من الجينات المَدموغة المقيدة للنمو، والمعبَّر عنها أُمُوميًّا في الخلايا الجذعية طويلة الأجَل المنتجة للدم (LT-HSCs)، لكن ليس في الخلايا الجذعية المتكاثرة قصيرة الأمد المنتجة للدم (ST-HSCs)، مما يشير إلى دور حاسم للدمغ الجينومي في الحفاظ على الخلايا الجذعية الثابتة طويلة الأمد المنتجة للدم.

Maternal imprinting at the H19–Igf2 locus maintains adult haematopoietic stem cell quiescence

A Venkatraman *et al*

doi:10.1038/nature12303





غلاف عدد 22 أغسطس 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 22 أغسطس من دَوْرِيَّة "نيتشر" الدولية.

علم الفلك

قياس جاذبية السطح لنجوم تشبه الشمس

تُحرِّك اختلافات سطوع النجوم الشبيهة بالشمس عوامل عديدة، تشمل التَّحْبيب أو البَرغَلة، وهي نتيجة الحَمْل الحراري تحت الكرة الضوئية. وكما يرتبط التَّحْبيب بجاذبية سطحية، فإن ملاحظة اختلافات السطوع يمكن استخدامها مقياسًا لجاذبية السطح. وقد حلَّل فابْيّن باشتِيّن وزملاؤه بيانات أرشيف "ناسا" من بعثة "كبلر"؛ وأظهروا أن تذبذبات السطوع ـ بمقاييس زمنية تقل عن 8 ساعات ـ ترتبط بجاذبية السطح لدى نجوم شبيهة بالشمس في مختلف الأطوار التطورية. وباستخدام قياسات مباشرة من هذا النوع، ينبغي أن يكون ممكنًا حساب جاذبيات السطح لكثير من النجوم التي رصدتها بعثة كبلر.

An observational correlation between stellar brightness variations and surface gravity

F Bastien *et al*

doi:10.1038/nature12419

البيئة

بنية الشبكات الإيكولوجية المتداخلة

ينجم عن التعاون بين الأنواع شبكات تبادلية تنافعية مع بنية متداخلة. وفي حين قد يزيد التداخل من التنوع الحيوي والدوام، يشير العمل النظري إلى أن الشبكات المتداخلة تميل إلى أن تكون أقل استقرارًا من الشبكات غير المنظمة أو المهيكلة. وتبين هذه الدراسة تحليليًّا أن الشبكات المتداخلة تنتج عن آلية تُعظِّم وفرة الأنواع الحية في تجمعات تبادُلية، وأن وفرة الأنواع المُتداخلة ترتبط مباشرة بمرونة التجمع. ويقدم هذا العمل نموذجًا لدراسة كيف تشكل العوامل الإيكولوجية والتاريخ التطوري الشبكات الإيكولوجية.

Emergence of structural and dynamical properties of ecological mutualistic networks

S Suweis *et al*

doi:10.1038/nature12438



التكاثر

تطوُّر بدون تزاوُج

يُعتقد أن الدَّوَّارات العَلَقيَّة (حيوانات مجهرية سابحة في الماء العذب) تواصلت وتنوعت بغير تزاوُج لملايين السنين. وهو أمر غريب، لأن فقدان التكاثر التزاوجي يُعتبر طريقًا تطوريًّا مسدودًا للمتزويّات الحيوانية كثيرة الخلايا. فقد ظلت هناك شكوك بأنّ الدوّارات قد تكاثرت تزواجيًّا في مناسبات نادرة. وهنا فكَّ أوليفييه جَيّون وزملاؤه تتابعات جينوم الدوَّارة العَلَقيّة *Adinetavaga*، وأظهروا أن بنيتها غير متوافقة مع الانقسام الميوزي (الاختزالي)، وهو انقسام خلوي مرتبط بالتكاثر التزاوجي. وقد شهد هذا الجينوم تحولًا جينيًّا كثيفًا، مما قد يحدّ من تراكم الطفرات الضارة في غياب الانقسام الميوزي. ووجدوا أن نحو 8% من الجينات يُحتَمَل أن تكون من أصل غير متزويّ، وربما جاءت من خلال نقل الجينات أفقيًّا. وتقدم هذه النتائج دليلًا حاسمًا على التطور غير التزاوجي؛ مما يدعم فرضية عدم التزاوج القديمة بين الدوَّارات العَلَقيَّة.

Genomic evidence for ameiotic evolution in the bdelloid rotifer *Adineta vaga*

J Flot *et al*

doi:10.1038/nature12326

الشكل أعلاه | موقع الدوَّارات (الروتيفيرات) العَلقية بين التَّوَالِي (المُتَزَوِيّات). الدوَّارات (الروتيفيرات) العلقية (حيوانات مجهرية سابحة في الماء العذب، أو زاحفة بالتربة) كحوامل العجلة الشبيهة بالعلق هي نوع فرعي من الحيوانات المجهرية (أقل من مليمتر) داخل شعبة الدوَّارات (الرسوم التوضيحية من موقع tolweb.org، وwikipedia.org). صورة نصف الحبليات (Saccoglossus) مجاملة من ديفيد رمسن؛ صورة الحبليات (الإنسان) مجاملة من جون فان وايهي (http://darwin-online.org.uk)؛ وصورة شعبة إكديسوزوا Ecdysozoa أو الانسلاخيات (ذبابة الفاكهة) مجاملة من أندريه كاروَث.

الوراثة

رسم بياني لمثيلة الجينوم البشري

في هذا الرسم البياني لمشهد مثيلة الجينوم البشري، يمثل المحور الأُفقي (x) الحد الأقصى الملحوظ لتغيُّر المثيلة عبر مجموعة عينات بكاملها، والمِحْوَر الرأسي (y) هو متوسط إجمالي المثيلة عبر مجموعة البيانات بكاملها. والمحور الثالث (z) هو كثافة ثُنائي نوكْلِيُوتيدات منطقة CpG بالجينوم. مثيلة السيتوزين، عادة بمواقع CpG، هي سمة مشتركة لتنظيم غير جيني للتعبير الجيني. ومعظم أنواع الخلايا لديها أنماط مثيلة حمض نووي ثنائي نوكْلِيُوتيد CpG مستقرة نسبيًّا، وفهمنا حول أي من مواقع CpG الذي يشارك في التنظيم الجيني ما زال محدودًا. وقد قام مَيْسر وزملاؤه بتحليل مجموعات بيانات تتابعات ثاني كبريتيت كامل الجينوم عبر مختلف أنواع الخلايا والأنسجة البشرية؛ ووجدوا أن حوالي 22% فقط من مواقع CpG تغيّر حالة مثيلتها عبر أنواع الخلايا هذه. وتقع معظم مواقع CpG هذه في عناصر الجين التنظيمية، خاصة المعزِّزات، ومواقع تقييد عامل النسخ. ويمكن لهذه المناطق المُختارة بأنماط ديناميكية لمثيلة الحمض النووي أنْ تساعِد في توجيه مناهج جينومية أكثر كفاءة؛ للتركيز على مناطق غنية بالمعلومات، وتساعد كذلك في تحديد العناصر التنظيمية.

Charting a dynamic DNA methylation landscape of the human genome

M Ziller *et al*

doi:10.1038/nature12433

السرطان

طفرات السرطان مختلطة

رغم أن جميع حالات السرطان تنجم عن طفرة خلايا جسدية ـ وهي طفرات في أي خلية بالجسم عدا الخلايا الجرثومية ـ لا يُعرف سوى القليل نسبيًّا عن عمليات الطفرات المنخرطة بنشوء السرطان. تحلل هذه الدراسة حوالي 5 ملايين طفرة مستمدة من نحو 7000 سرطان، وتُظْهِر أكثر من 20 توقيعًا (بصمة) وراثيًّا طفريًّا مرتبطًا بالسرطان. بعض هذه التوقيعات موجود في سرطانات كثيرة، خاصة التوقيع المنسوب إلى عائلة APOBEC من إنزيمات سَيْتيدين–دي–أمينيز (نازع الأمين)، بينما البعض الآخر خاص أو محدد لأنواع فردية من الأورام. وترتبط بعض التوقيعات بالسن، أوالتعرض لمطفرات معروفة، أو تشوهات في صيانة الحمض النووي، لكنّ كثيرًا منها لغز مبهم الأصل. ولهذه النتائج آثار محتملة لفهم المسبِّبات المرضية للسرطان، وعلاجه، والوقاية منه.

Signatures of mutational processes in human cancer

M Stratton *et al*

doi:10.1038/nature1247

علم الأعصاب

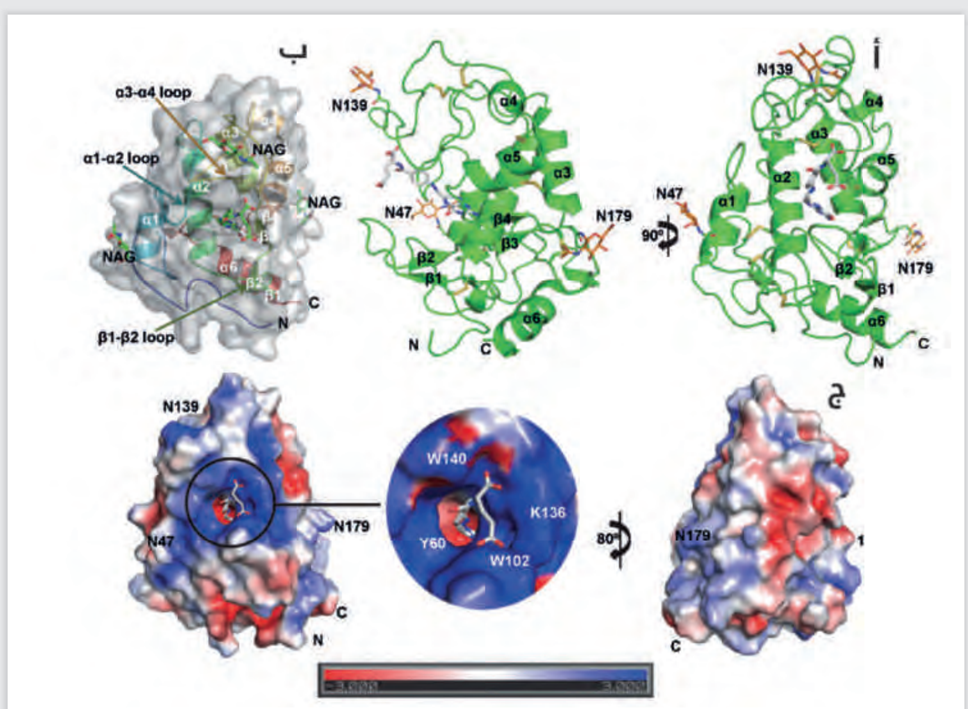
الأوكسيتوسين يعزِّز أداء الدَّارات العصبية

رغم الاهتمام الشديد بنشاطات هرمون أوكسيتوسين الحيوية، لا يزال المعلوم قليلًا حول تأثيره المعدِّل لنشاط الشبكة العصبية خلال السلوك. وهنا، درس ريتشارد تسيِّن وزملاؤه الدَّارات الحُصَينِيّة بالدماغ؛ ووجدوا أن إشارات أوكسيتوسين تعمل على شحذ الاستجابات، وزيادة دقة انتقال الإشارة، بينما تخفِّض ضوضاء الشبكة أيضًا. وهذان النشاطان يُستَمَدّان من تنشيط عصبونات سريعة التصاعد داخل الدّارَة. وتشير تجاربهم أيضًا إلى أنّ هذه الآلية قد تنطبق على أي تلاعب بالدَّارات ينطوي على تنشيط عَصَبونات سريعة التصاعد.

Oxytocin enhances hippocampal spike transmission by modulating fast-spiking interneurons

S Owen *et al*

doi:10.1038/nature12330



البيولوجيا الجزيئية

بِنْيَة مُستَقبِل حمض الفوليك

حمض الفوليك، أو الفولات (ملح حمض الفوليك)، هو فيتامين أساسي ضروري لكثير من العمليات البيولوجية، منها توليف الحمض النووي، وإصلاح الحمض النووي وانقسام الخلية. تعبر الخلايا «الطبيعية» أعدادًا قليلة نسبيًّا من ثلاثة مستقبِلات لحمض الفوليك، هي: α، β، وγ، لكن هذه المستقبلات تُعبَّر بإفراط عادة في خطوط الخلايا السرطانية؛ ولهذا السبب.. فهي تشكِّل أهدافًا محتمَلة لعلاجات كيميائية جديدة، وكاشفات جديدة لتصوير السرطان. وفي هذه الدراسة، حل الباحثون البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية للشكل المقيّد بالفولات لمستقبِل الفولات البشرى α، الذي يتواسط امتصاص الفولات بالخلايا. ورَسَمَ المؤلفون خريطة الجَيْب المقيّد للیجاند، ووفروا بيانات ينبغي أن تكون مفيدة لتطوير جزيئات صغيرة جديدة لاستهداف المُستقبِل.

Structural basis for molecular recognition of folic acid by folate receptors

C Chen *et al*

doi:10.1038/nature12327

الشكل أعلاه | بنية المستقبل FRα مقيدًا إلى حمض الفوليك. **أ**، منظران للمُرَكَّب، مع FRα باللون الأخضر، وحامض الفوليك باللون الرمادي، N–أسيتيلجلوكوزامين (NAG) باللون البرتقالي وروَابِط ثاني الكبريتيد موضحة كعصي صفراء. الطرفان N و C موسومان. ب، رسم بياني شريطي لمستقبِل الفوليت FRα، مع حامض الفوليك وNg–أسيتيلجلوكوزامين في تمثيل بالعصي الخضراء، مغطى بسطح المُستَقبِل شبه الشفاف. ج، سطح توزيع شحنة المستقبل FRα مع لقطة عن قرب لمدخل الجيب المقيد لليجاند. ذرات كربون حمض الفوليك ملونة بالرمادي، وذرات النيتروجين ملونة بالأزرق، وذرات الأكسجين ملونة بالأحمر. بار الترميز اللونى (أسفل) يُظْهِر مقياسًا كهروستاتيكيًّا من ‎-3 إلى ‎+3 إلكترون فولت.

بيولوجيا النبات

ثبوت إشارات الجروح الكهربية في النباتات

تستجيب الحيوانات بسرعة للجروح بواسطة الجهاز العصبي. وكانت دراسة نُشرت بدوريّة «نيتشر» في عام 1992 قد أوردت اقتراحًا مثيرًا للجدل آنذاك يقول إن النباتات أيضًا تستخدم إشارات كهربائية طويلة المدى، استجابةً للجروح. واتضح بعد ذلك أن بعض النباتات تستخدم إشارات كهربائية للتحكم في حركتها، رغم أن الجينات الكامنة وراء هذا غير معروفة. ومؤخرًا، جاءت أدلة تجريبية ووراثية متينة لدعم النتائج المبكرة عن إشارات الجروح الكهربية، وتشير إلى دور البروتينات المتصلة بمستقبِلات الجلوتامات التي تتواسط النقل (العصبي) المشبكي في الفقاريات. وقد أظهر إدوارد فارمر وزملاؤه أن جرح ورقة نبات أرابيدوبسيس يؤدي إلى انتشار النشاط الكهربائي الذي يحفز إنتاج الجاسمونات ـ وهي هرمونات نباتية تضفي مقاومة ضد الحيوانات العشبية ومسببات الأمراض ـ في المواقع غير التالفة على مسافة من الجرح. وتتواسط هذه العملية عن طريق قنوات الكاتيونات (الأيونات) الموجبة) المرمَّزة بواسطة جينات *GLR*.

GLUTAMATE RECEPTOR-LIKE genes mediate leaf-to-leaf wound signalling

S Mousavi *et al*

doi:10.1038/nature12478

علوم المواد

النقطة الثلاثية لـVO_2 المعدن والعازل

ثاني أكسيد الفاناديوم (VO_2) ذو أهمية في تطبيقات مفاتيح التشغيل والتعطيل الكهربية والبصرية فائقة السرعة، بفضل الانتقال الطوري الفريد لتلك المادة بين الحالتين المعدنية والعازلة، حيث تنخرط عدة أطوار متنافسة. ودراسة الشعاعات النانوية لبلورة مفردة من ثاني أكسيد الفاناديوم ـ في نظام يكون فيه الانتقال بين طوري المعدن والعازل محكومًا بضبط درجة الحرارة والانفعال ـ تُبرز «النقطة الثلاثية» المراوِغة سابقًا، وهي درجة حرارة الانتقال التي عندها يوجد طور معدني، وطوران عازلان معًا ـ وهي 65 درجة مئوية. والمواد المترابطة الأخرى ـ وتشمل المانجانيت والبنيكتايد ـ لها انتقالات طورية حرجة الانفعال، غير مفهومة جيدًا، تشمل مكونات متعددة. ويُظهِر هذا العمل طريقةً ينبغي أن تكون قابلة للتطبيق واسع النطاق في مثل هذه الأحوال.

Measurement of a solid-state triple point at the metal–insulator transition in VO_2

J Park *et al*

doi:10.1038/nature12425

التطور

عواقب تطور الانتقاء لحالة فقدان الأصابع

الأركوصورات هي مجموعة من الفقاريات البرية، تشمل الديناصورات؛ انقرض بعضها، وبقي منها الطيور والتماسيح. وعَبْرَ تاريخها، أظهرت الأركوصورات وتيرة متواصلة لفقدان الأصابع، بدايةً من حالة الأسلاف ذوي الخمسة أصابع بكل طرف. وفي جميع الحالات تستمر بدائيات الأصابع بالأَجِنّة على أصلها، حتى وإنْ كانت غير موجودة لدى الحيوانات الناضجة، والأكثر تواصلًا هو الإصبع الخامس. وبالبحث في علم أجنة التماسيح وخمسة أنواع من الطيور، أظهر مايكل ريتشاردسُن وزملاؤه أنه من تمساح النيل (حيث لجميع الأفراد الناضجة خمسة أصابع) إلى طائر الإمو (له جناح بدائي بإصبع واحد فقط) فإن علامات الإصبع الخامس دائمًا متواصلة، ولو عابرًا. ويرى الباحثون أن هذا التواصل قد يكون عائقًا تطوريًّا ناتجًا عن الارتباط بين الإصبع الخامس ونطاق النشاط الاستقطابي، وهي منطقة الأطراف الجنينيّة التي تحكم تطور الأصابع ككل.

Digit loss in archosaur evolution and the interplay between selection and constraints

M Bakker *et al*

doi:10.1038/nature12336

الفيزياء

التعامل مع الخسارة

يمكن لخلايا شمسية متطورة، عمادها مزيج من أشباه الموصلات العضوية أنْ تُظهِر سمات أداء مثير للإعجاب؛ مما قد يكون مفاجئًا، نظرًا إلى طبيعة التفاعلات الواقعة بين الفجوات والإلكترونات المتولّدة ضوئيًّا، حيث يُتوقّع أن تؤدي إعادة اقتران الشحنات المتولدة ضوئيًّا إلى انخفاض كبير في كفاءة الجهاز إجمالًا. وقد نظر أكاشي راو وزملاؤه بالتفصيل في آلية هذه الخسارة، وحددوا العوامل الفيزيائية الرئيسة التي يمكنها كبح إعادة اقتران الإلكترونات بالفجوات في هذه المواد. وينبغي لتلك المعلومات الآلية أن تتيح توجيهًا قيِّمًا لتصميم مستقبلي لأنظمة إلكترونية بصرية عضوية عالية الأداء.

The role of spin in the kinetic control of recombination in organic photovoltaics

A Rao *et al*

doi:10.1038/nature12339

البيولوجيا الجزيئية

نقل دهن سيراميد-1-فوسفات خلويًّا

ينظِّم دهن الإشارات النشط بيولوجيًّا سيراميد-1-فوسفات (C1P) عمليات متنوعة، تتراوح من النمو والبقاء إلى الاستجابات الداعمة للالتهابات. وفي هذه الدراسة، تناول دِنشو باتيل وزملاؤه كيفية انتقال دهن سيراميد-1-فوسفات إلى مواقع محددة في الخلية. وحدد الباحثون بروتينًا جديدًا لنقل الدهون، يسمى بروتين نقل سيراميد-1-فوسفات (CPTP)، وكشفت الدراسات البنيوية والوظيفية آلية نقل سيراميد-1-فوسفات من موقع تَخليقه في مُعقَّد جُولجي Golgi إلى غشاء البلازما.

Non-vesicular trafficking by a ceramide-1-phosphate transfer protein regulates eicosanoids

D Simanshu *et al*

doi:10.1038/nature12332

البيولوجيا الجزيئية

ارتباط الالتهام الذاتي بتعديل الهيستون

الالتهام الذاتي هو مسار ضبط الجودة، المؤدي إلى انحلال المحتويات السيتوبلازمية وتجمُّعات بروتين غير طبيعية وعُضَيّات تالفة. وتوضح هذه الدراسة أن استحثاث الالتهام الذاتي يقترن باختزال أستلة لايسين16 لهيستون H4 في جينات الالتهام الذاتي الرئيسة، من خلال خفض تنظيم إنزيم أستيل-ترانسفيريز الهيستون (hMOF). وهكذا، تنظِّم تعديلات الهيستون نتائج الالتهام الذاتي، وتوفر رابطًا بين أحداث في النواة وعملية سيتوبلازمية.

The histone H4 lysine 16 acetyltransferase hMOF regulates the outcome of autophagy

J Füllgrabe *et al*

doi:10.1038/nature12313

علوم المناخ

ظروفُ تحرّك ذوبان جليد القطب الجنوبي

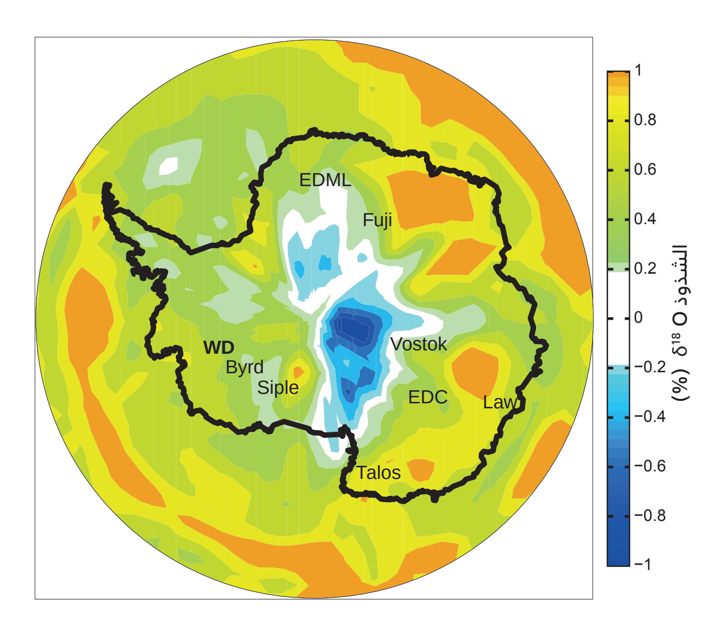
هناك نظريتان رئيستان تتنافسان لتفسير تغيرات مناخ القطب الجنوبي في عصر ذوبان الجليد بنصف الأرض الشمالي. تقول إحداهما إن التغير في دورانات المحيط ـ المدفوعة بتغيرات مستوى التشميس (الإشعاع الشمسي) بنصف الأرض الشمالي ـ يحكم مناخ نصف الأرض الجنوبي. وتجادل النظرية الأخرى لصالح فكرة تأثير مسيطر ناشئ عن تغيرات محلية في مستوى التشميس. وقد كان من العسير التفريق بين النظريتين، نتيجة انخفاض دقة ووضوح كثير من سجلات وبيانات قلب الجليد. ومؤخرًا، قدم تايلر فُدج وزملاؤه سجلًّا سنويًّا لبيانات قلب الجليد من موقع الحد الفاصل لصفيحة جليد غرب القطب الجنوبي. وتكشف هذه البيانات عن زيادة تساقط الجليد منذ حوالي 18 ألف سنة، مسبوقة باحترار واضح منذ 20 ألف سنة. إنّ التغيرات في التشميس المحلي والجليد البحري المجاور تبدو سبب الاحترار المبكر، مما يوحي بأن شرق وغرب القطب الجنوبي قد يستجيبان لمختلف تأثيرات ذوبان الجليد.

Onset of deglacial warming in West Antarctica driven by local orbital forcing

T Fudge *et al*

doi:10.1038/nature12376

الشكل أسفله | استجابة δ^{18}O القطبي الجنوبي لنقصان الجليد البحري. استجابة δ^{18}O (المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء السطحي) الموزون بحسب معدلات الهطل لإزاحة حافة جليد البحر المتماثلة تقريبًا نحو الجنوب في نموذج ECHAM4.6 المناخي، مع الأخذ في الاعتبار الظروف الحديّة للحد الأقصى لآخر جليد (LGM).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة

هُجُن «لايت» تتألق في الوراثة البصرية

دمج فنج جانج وزملاؤه نطاق TALE المقيِّد للحمض النووي والقابل للتخصيص مع بروتين حساس للضوء مرمِّز للكروم2 (كريبتوكروم2) وشريكه المتفاعل CIB1 من نبات الرشاد (أرابيدوبسيس ثاليانا)، الذي يسمونه «لايت» LITE (مستجيبات نسخية مستحثة بالضوء)، مما يُخَلِّق نظامًا وراثيًّا بصريًا ثنائي الهجين. لا تحتاج المستجيبات النَّسْخِيَّة المستحثة بالضوء إلى مزيد من العوامل المساعدة، ويتم تخصيصها بسهولة لاستهداف مواضع (جينية) كثيرة، ويمكن تفعيلها بشكل قابل للانعكاس سريعًا. كما يمكن تعبئتها في النواقل الفيروسية وتوجيهها، استهدافًا لتجمعات خلوية معينة. وقد طبَّق الباحثون هذا النظام في عصبونات الفأر الأساسية، وفي أدمغة فئران مستيقظة؛ لتعديل التعبير الجيني الذاتي؛ ولاستهداف تعديلات كروماتين غير جينية. إنّ نظام «لايت» يؤسِّس وَضْعًا جديدًا للتحكم الوراثي البصري في العمليات الخلوية الذاتية.

Optical control of mammalian endogenous transcription and epigenetic states

S Konermann *et al*

doi:10.1038/nature12466

البيولوجيا الجزيئية

فَهْم عدم تجانس الإنزيم

تُظْهِر إنزيمات هليكاز/نُوكْلِياز RecBCD البكتيرية عدم تجانس واسعًا في معدلات فك الجزيئات الفردية. فقد بحث ستيفن كوفالتچيكوفسكي وزملاؤه هذا السلوك؛ ووجدوا أن إيقاف الإنزيم بشكل عابر خلال الانتقال التسلسلي يسمح بتغيير، ربما تَشَكُّلِي، كأنْ تقع سرعة الجزيء بعد توقُّف في أي مكان ضمن طيف معدلات يُشاهَد في تجمع. وتفسير ذلك أن تقييد اللجين (ليجاند) يثبِّت حالة فرعية لتوازن تَشَكُّلِي معين، يمكنها أن تتواصل طيلة مدة فك الركائز المستخدمة، مما يحدِّد المعدل لذلك الجزيء.

DNA unwinding heterogeneity by RecBCD results from static molecules able to equilibrate

B Liu *et al*

doi:10.1038/nature12333



غلاف عدد 29 أغسطس 20XX

طالع نصوص الأبحاث في عدد 29 أغسطس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

مايكروبيولوجيا البدانة

أصل البدانة في القناة الهضمية

تمثل البدانة أحد مخاطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، والسكري، وهشاشة العظام، وحالات أخرى، منها بعض السرطانات. ولا بد أن هناك مؤثرات فاعلة أخرى لتحديد أي أمراض الأيض ـ إنْ وُجِدت ـ سيعاني منها البدناء. وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» قد نظرتا في دور أحد هذه العوامل، وهو ثراء الحالة الميكروبية (مايكروبيوم) بالقناة الهضمية. فقد حلَّل لوشاتيليه وزملاؤه التكوين الجيني لميكروبات القناة الهضمية لدى غير البدناء والبدناء؛ ووجدوا فروقًا لافتة للنظر في الجينات وثراء الأنواع. أظهر الأفراد منخفضو الثراء الميكروبي زيادةً في البدانة، ومقاومةً الإنسولين، وفرط شحوم الدم، والالتهابات. يتعرض البدناء منخفضو الثراء الميكروبي إلى زيادة سريعة في وزن الجسم أكثر من البدناء مرتفعي الثراء الميكروبي. وشرح الباحثون أيضًا أن تحليل عدد قليل من أنواع البكتيريا الواسمة كان كافيًا للتمييز بين الثراء البكتيري المرتفع والمنخفض.

وقد رصد كوتيلارد وزملاؤه ملامح ميكروبات القناة الهضمية خلال فقدان الوزن بواسطة الحمية الغذائية وتدخلات تثبيت الوزن لدى البدناء، أو زائدي الوزن. وأورد الباحثون أن زيادة استهلاك الأطعمة الغنية بالألياف، كالفواكه والخضروات، تؤدي إلى زيادة الثراء البكتيري، وتُحَسِّن أعراضًا بكتيرية مرتبطة بالبدانة. ويدعم هذا الاستنتاج بحثًا سابقًا يربط الحمية الغذائية بتركيب تجمعات ميكروبات القناة الهضمية، ويقترح أن تغييرًا دائمًا يمكن تحققه بحمية غذائية مناسبة.

Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers

E Chatelier *et al*

doi:10.1038/nature12506

Dietary intervention impact on gut microbial gene richness

A Cotillard *et al*

doi:10.1038/nature12480

التغير المناخي

استجابة جليد القطبية الجنوبية لتبايُن المناخ

المعلوم بشكل واسع أن الأنهار الجليدية بغرب القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند تفرغ جليدها في المحيطات، استجابةً لاحترار السنوات الأخيرة. ونتيجة لذلك.. ارتفعت منسوبات البحار. وعلى النقيض من ذلك.. نسمع القليل عن الصفيحة الجليدية الأكثر ضخامة بشرق القارة القطبية الجنوبية، التي تُعتبر أقل تعرضًا لتغير المناخ، نتيجةً لموضعها في مناخ متطرف البرودة. وقد استخدم كريس ستوكس وزملاؤه صور الأقمار الاصطناعية؛ لرسم خريطة عيِّنة كبيرة من الأنهار الجليدية بامتداد ساحل المحيط الهادئ لشرق القارة القطبية الجنوبية، وإظهار أنها في الواقع تستجيب للتقلب المناخي العِقدي. وانسجامًا مع المناخ، نمت الأنهار الجليدية في السبعينات والثمانينات، وتراجعت في التسعينات، وانقسمت تقريبًا بين النمو والتراجع منذ بداية القرن الراهن. وخلص الباحثون إلى أن أجزاء من أكبر صفيحة جليد بالعالم قد تكون أكثر استجابة للتأثير الخارجي مما كان معروفًا سابقًا.

Rapid, climate-driven changes in outlet glaciers on the Pacific coast of East Antarctica

B Miles *et al*

doi:10.1038/nature12382

البيولوجيا الجزيئية

مستشعِر حراري جديد في ذبابة الفاكهة

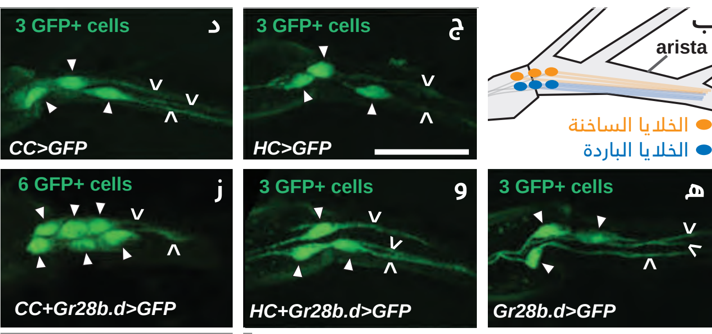
تستخدم الذبابة قناة TRPA1 الأيونية كمستشعِر حرارة داخلي؛ لضبط استجابتها للتدرجات الحرارية الضحلة ببطء. ومؤخرًا أظهر بول جاريتي وزملاؤه أن الاستجابة السريعة للذباب المعرَّض لتدرجات حرارة حادة لا تتطلب قناة TRPA1الأيونية، لكن بدلًا من ذلك تعتمد على مستقبِل التذوق Gr28b، الذي يعمل في خلايا استشعار الحرارة الطرفية. وظهر أن مستقبِلات التذوق متورطة في التذوق والشم والبحث عن مضيف من الحشرات الناقلة للمرض، لكن لم يتم ربطها من قبل باستشعار الحرارة.

A gustatory receptor paralogue controls rapid warmth avoidance in *Drosophila*

L Ni *et al*

doi:10.1038/nature12390

الشكل أسفله | المستقبل التذوقي Gr28b مطلوب للاستجابة الحرارية السلبية السريعة. رأس ذبابة الفاكهة. eso: المريء. أريستا (حَسَكَة). رؤوس الأسهم: أجسام الخلايا؛ قراريط، عمليات. مقياس بار، 15 مايكرومترًا.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأحياء المجهرية

رَبْط لدورات الكربون والنيتروجين

تُعتبر الميكروبات القادرة على أكسدة الميثان لا هوائيًّا (AOM) مهمة للسيطرة على تدفق غاز الميثان من الرواسب البحرية نَاقِصَة الأكسجين. وقد أظهرت دراسة مؤخرًا أن أكسدة الميثان لا هوائيًّا مُقْتَرِنة باختزال الكبريتات في اتحاد ANME ـ أي بكتيريا الأركايا العتيقة اللاهوائية، ميثانيّة التغذية والبكتيريا المختزلة للكبريتات ـ ومُقْتَرِنة باختزال النيتريت في اتحاد مجموعة مخصَّصة ببكتيريا *Candidatus Methylomirabilis oxyfera* وسلالة ANME-2d الجديدة. وهنا أظهر جين تايسون وزملاؤه أن أركايون (كائن مجهري بدئي وحيد الخلية، بلا نواة أو عضيّات غشائية) جديد من سلالةANME-2d (أطلقوا عليه *Candidatus Methanoperedens nitroreducens*)، يستطيع أكسدة الميثان لا هوائيًّا (AOM)، مدفوعًا بالنيترات، دون كائن شريك، بواسطة توليد الميثان عكسيًّا مع النيترات كمستقبِل إلكترون نهائي، باستخدام جينات لاختزال النيترات، نُقِلت أفقيًّا من مانح بكتيري. ويرجح الباحثون أن سلالة ANME-2d، أو فَصيلَة Methanoperedenaceae، قد يكون لها دورمحوري في ربط دورات الكربون والنيتروجين العالمية (الإجمالية) ببيئات نقص الأكسجين.

Dietary intervention impact on gut microbial gene richness

A Cotillard *et al*

doi:10.1038/nature12480

علوم الفضاء

اندماج الأجسام المدمّجة يولّد انفجارًا

توفر ملاحظات تليسكوب "هابل" الفضائي لموضع انفجار أشعة جاما قصيرة الأمد SGRBH 130603B ـ التي رُصِدت بتليسكوب ملاحظة الانفجارات على قمر ناسا الاصطناعي «سويفت» في 3 يونيو 2013 ـ دعمًا للنموذج المفضل لأصل تلك الانفجارات، وهو اندماج جسمين نجميين مدمجين. وقد التقط نِيال تنوير وزملاؤه صورًا للموضع عند أطوال موجية بصرية وقرب تحت الحمراء عند اليوم التاسع واليوم الثلاثين بعد الانفجارات، ورصدوا علامات باهتة وسريعة الانتقال، أو «كيلونوفا». والتفسير الأبسط لتلك البيانات أن الانفجار كان اندماجًا لأجسام مدمجة. ويرى الباحثون أن مثل تلك الاندماجات مواقع مُرَجَّحة لإنتاج عناصر ثقيلة عبر توليف نووي لعملية «ر» r-process.

Anaerobic oxidation of methane coupled to nitrate reduction in a novel archaeal lineage

M Haroon *et al*

doi:10.1038/nature12375

علم البيئة

حجم خليّة العوالق النباتية يتتبّع كربون الجو

تُعَدّ طحالب الكوكوليثوفور ـ الموزَّعة بشكل واسع في العوالق البحرية ـ فريدة بين الطحالب، نظرًا إلى استخدامها الكربون في التكلس والتمثيل الضوئي. وفي هذه الدراسة، استخدمت كلارا بولتون، وهيذر ستولّ نموذجًا للتدفق الخلوي للكربون؛ لإظهار أن تلك الكائنات ـ عند انخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون ـ تخصِّص الكربون تفضيليًّا للتمثيل الضوئي، لا للتكلس، خاصة في الخلايا الأكبر. وينعكس ذلك في اختلاف التوقيع النظيري ما بين طحالب الكوكوليث الصغيرة والكبيرة، التي تتضاءل عند ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون. ويمكن ملاحظة تلك الوتيرة في سجل الحفريات؛ فقد حدد الباحثون اختلافًا نظيريًّا بين "الكوكوليث" الصغيرة والكبيرة منذ ستة ملايين سنة، وفسروا ذلك باعتباره استجابة حَدِّية لعملية استحواذ الخلايا على الكربون إزاء تناقص عالمي في تركيزات ثاني أكسيد الكربون آنذاك.

Late Miocene threshold response of marine algae to carbon dioxide limitation

C Bolton *et al*

doi:10.1038/nature12448

الوراثة

تطوُّر التتابع الجيني في الخميرة

المعلوم أن نقل الجينات أفقيًّا من خلال الانتقال التطفلي الوراثي والتداخل النَّسيلي يسهم في تحقيق نتائج تطوريّة في تجارب التطور المخبريّة، لكنّ دور هذه الظواهر في تحديد ديناميّات تطور تتابع الجينوم لا يزال غير محدد. تبحث هذه الدراسة بالتفصيل الديناميّات طويلة الأمد لتطور الجينوم في 40 من تجمعات الخميرة التجريبية. وتُظْهِر النتائج أهمية واسعة الانتشار للتداخل النَّسيلي والانتقال التطفلي الوراثي على مستوى التتابع الجيني عبر تجمعات تكراريّة. وبالإضافة إلى ذلك.. فالطفرات المفيدة التي تفلت من الانجراف، ويزداد تكرارها، تنتقل اعتياديًّا عبر تجمعات في جماعات.

Pervasive genetic hitchhiking and clonal interference in forty evolving yeast populations

G Lang *et al*

doi:10.1038/nature12344

علم الفلك

قشرة تيتان الجليديّة الجامدة

قد يمتلك تيتان ـ أكبر أقمار زحل ـ طبقة جليدية أقوى مما كان يُعتَقَد. وتشير أدلة عديدة إلى امتلاك تيتان محيطًا عالميًّا تحت السطح أسفل قشرة جليد خارجية يتراوح سمكها بين 50 و200 كيلومتر، مع جزء جامد رقيق وضعيف. وهنا يشير هيمنجواي وزملاؤه إلى ترابط عكسي قوي بين الجاذبية والطوبوجرافيا (سمات سطح الأرض) عند أطوال موجية طويلة، لا يسيطر عليها المد والجزر والدوران. وكانت النتائج غير متوافقة مع وجود طبقة جليدية نشطة جيولوجيًّا، وقشرة جليدية منخفضة الصلابة، مما يشير إلى أن قشرة تيتان الجليدية ينبغي أن تكون صلبة بشكل كبير مع سُمْك مرن يتجاوز 40 كيلومترًا.

A rigid and weathered ice shell on Titan

D Hemingway *et al*

doi:10.1038/nature12400

الشكل أعلاه | جاذبية وطوبوغرافيا الدرجة الثالثة لتيتان. أ، يُشتَق حقل الجاذبية من خلال المُعامِلات المحتملة لتمثيل حقل الجاذبية SOL1a (تحلبل متعدد الأقواس، حقل جاذبية 3x3). **ب،** طوبوغرافيا كروية المرجعية قائمة على تمدد توافقي9 من الدرجة السادسة. تُظْهِر الإشارتان ارتباطًا سلبيًّا قويًّا (بمعامل ارتباط 0.61−=**ץ**)، وتؤديان إلى دخول −32 ملي جاليليو لكل كيلومتر، على أساس تحليل مونت كارلو الذي يحتسب عدم اليقين في الإشارتين. الخرائط أُظهِرت بإسقاط مولوَيِد، المتمركز حول نقطة مضادة لزحل (خط طول 180°).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة الجزيئية

التأقلم مع تصادمات شوكة التضاعف

يُتوقع أن يحدث تصادم بين شوكتي تضاعف تتحركان في اتجاهين متعاكسين بامتداد ضفيرة الحمض النووي بشكل متكرر في الخلايا حقيقية النواة، التي تستخدم أصول متعددة للتضاعف. استغل كريستيان رودولف وزملاؤه نظامًا بكتيريًّا للنظر في الآثار المترتبة لمثل هذا التصادم على الخلية. ووجدوا أنه يمكن استخدام موقع الاصطدام لمعاودة التضاعف مستقلًّا عن الأصل النشط، مع احتمال وجود تأثيرات مسبِّبة للأمراض. ويمكن لإنزيمات عدة ـ مثل ترانسلوكاز RecG، وإنزيمات نوكليار خارجية عديدة ـ أن تمنع مثل هذا الحدث، وبالتالي تحافظ على الاستقرار الجينومي.

Avoiding chromosome pathology when replication forks collide

C Rudolph *et al*

doi:10.1038/nature12312

السرطان

نمو السرطان يتأثر بجزيئات الريبي

المعلوم أن جزيئات عديدة من الحمض النووي الريبي الطويل غير المُرمِّزة (lncRNAs) يتم التعبير عنها بإفراط في سرطان البروستات. وقد بحث مايكل روزنفيلد وزملاؤه الأدوار الآلية والبيولوجية لجزيئين منها، هما: PRNCR1، وPCGEM1. ووُجِد أن كلاهما يتفاعل مع مستقبلات الأندروجين (AR) ، حسب تعديلات محدَّدة تالية للترجمة، ويدعم تشكيل حلقات المعززات المُقَيَّدة بمستقبلات الأندروجين لاستهداف المُحَفِّزات الجينيّة؛ مما يؤدي إلى تعبير جيني معزز. كما يعززان التكاثر بواسطة مستقبِلات الأندروجين في خلايا سرطان البروستات، وهما مطلوبان لأجل نمو الورم في سرطان البروستات في نموذج الفأر المُطعَّم أجنبيًّا. والجزيئان PRNCR1 وPCGEM1 ازداد تنظيمهما بشكل واسع الانتشار في خطوط خلايا سرطان البروستات المقاوم للإخصاء. إنّ الأدوار التنظيمية للأحماض النووية الريبية الطويلة غير المرمِّزة في سرطان البروستات ـ التي أظهرها هذا البحث ـ قد تفتح الباب لمناهج علاجية جديدة.

lncRNA-dependent mechanisms of androgenreceptor- regulated gene activation programs

L Yang *et al*

doi:10.1038/nature12451

التطور

ارتباط القلب والرئة بسَلَفٍ مشترَك

تتطلب أجهزة القلب والأوعية الدموية والتنفس تطورًا مشتركًا دقيقًا لتشكيل وسط بيني لتبادل الغازات لأكسجة الدم، لكن كيف يتطور القلب والرئة معًا؟ باستخدام سلسلة من نماذج الفئران لإجراء تحليلات مصير الخلية وفقدان الوظيفة، حدَّد إدوارد موريسي وزملاؤه مؤخرًا تجمعًا من الأسلاف القلبية الرئوية متعددة القدرات (CPPs) في القطب الخلفي للقلب، التي تنسِّق التطور المشترك للقلب والرئة. ويرى الباحثون أن القلب والرئة قد طَوَّرا عملية تعاون تطوري معقدة ودقيقة لضمان قابلية الاستمرار والحياة بعد الولادة في الحيوانات البرية.

Coordination of heart and lung co-development by a multipotent cardiopulmonary progenitor

T Peng *et al*

doi:10.1038/nature12358

الوراثة

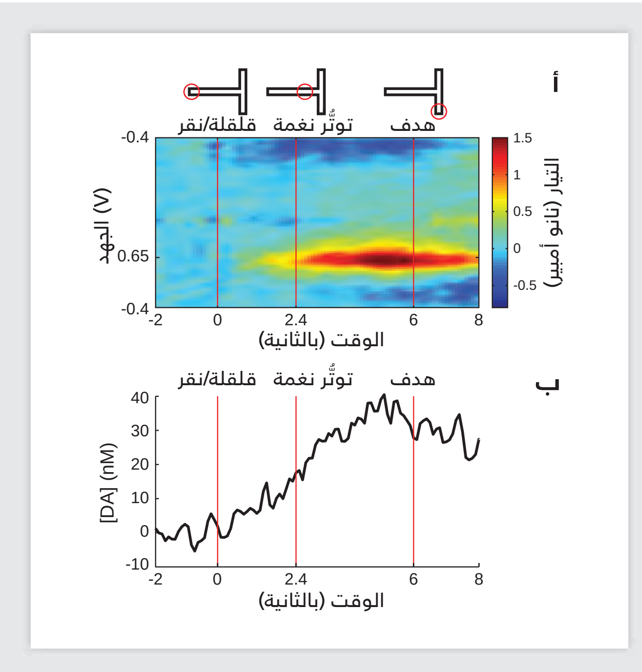
الترانسكربيتوم الجنيني المبكر

تستخدم هذه الدراسة للتطور الجنيني المبكر فكّ تتابعات الحمض النووي الريبي لخلية مفردة، وتحليل شبكة التعبير الجيني المشترك الموزون (WGCNA)؛ للحصول على صورة مفصلة للتعبير الجيني لأجنة وبويضات البشر والفئران سابقة الزرع. حدد الباحثون عددًا صغيرًا من وحدات وظيفية رئيسة، تشكِّل الترتيب التسلسلي للتغيرات النسخيّة في مسارات مختلفة. ووجدوا أيضًا جينات محور أساسي مَحْفُوظة بين شبكات البشر والفئران، ويجادلون بأن هذه الجينات قد تكون لاعبةً بالغة الأهمية في دفع الغرس المسبق لدى الثدييات.

Genetic programs in human and mouse early embryos revealed by single-cell RNA sequencing

Z Xue *et al*

doi:10.1038/nature12364



الشكل أعلاه | ارتفاع إشارات دوبامين الجسم المخطط أثناء أشواط المتاهة. أ، ب، خط الأساس.. مطروحًا من الخط الحالي (أ) ويقاس تركيز الدوبامين ([DA]، ب) بواسطة FSCV في VMS خلال تجربة واحدة للمتاهة (T).

علم الأعصاب

إشارات تحفيزيّة أكثر بالدماغ الأوسط

عندما تؤدى الحيوانات أعمالًا؛ استجابةً لحوافز بسيطة، فإن النشاط الطوري الذي لوحظ في الدِّماغ المتوسط ـ الذي يطلق أو يستخدم الدوبامين ناقلًا عصبيًّا ـ يمثل توقعًا لإثابات مقبلة فورًا. ومؤخرًا، أظهرت آن جريبيل وزملاؤها شكلًا مختلفًا من إشارات الدوبامين المتعلقة بالإثابة في النواة المُخَطَّطة بالدماغ. وباستخدام القياس الفولطي الحلقي، لاحظ الباحثون إشارات دوبامين مُطَوَّلَة في الحيوانات التي تجوب المتاهات؛ للحصول على إثابات. وتتكثف هذه الاستجابات باضطراد مع اقتراب الحيوانات من أهدافها، وتتصاعد طرديًّا مع كل من المسافة وحجم الإثابات. وقد تمثل هذه الإشارات محركًا تحفيزيًّا، وتتيح تَبَصُّرًا بدور الدوبامين أثناء الأفعال الممتدة الموجَّهة بالهدف.

Prolonged dopamine signalling in striatum signals proximity and value of distant rewards

M Howe *et al*

doi:10.1038/nature12475

البيولوجيا الجزيئية

التحكم في الانقسام الميتوزي يُطْلِق موجات

إنّ بيضة القيطَم المُوَرِّق (ضفدع أفريقي له مخالب، وبدون لسان) كبيرة الحجم، لكن الانقسام الميتوزي بها سريع ومنسق مكانيًّا، وهو الإنجاز الذي لا يمكن أن يعزى إلى الانتشار المكاني لتنشيط كيناز Cyclin dependent kinase1 ((Cdk1). وهنا، باستخدام نظام مستخلص من القيطم في المختبر يمكن أن يخضع لدورات الخلية، أثبت جيريمي تشانج، وجيمس فيريل أن الانقسام الميتوزي ينتشر خلال السيتوبلازم من خلال نشر «موجات إطلاق» لتنشيط كيناز Cdk1. وقد تعكس هذه الموجات الميتوزية

(الانقساميّة) مفهومًا بيولوجيًّا أكثر عمومًا، يتعلق أيضًا بإمكانات العمل وموجات الكالسيوم.

Mitotic trigger waves and the spatial coordination of the *Xenopus* cell cycle
J Chang *et al*
doi:10.1038/nature12321

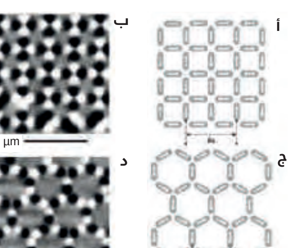
علم الفلك

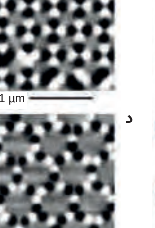
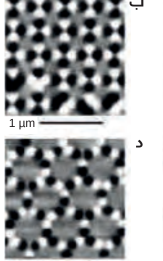
اضطراب في الجليد الغزلي الاصطناعي

إنّ أنظمة الجليد الغزلية الاصطناعية التي وردت لأول مرة في عام 2006 هي أنساق لجزر نانوية إنفاذية مغناطيسية متفاعلة مُصَنَّعة بالطباعة الحجرية. تحاول لحظات الجَزْر المغناطيسية ـ أو «الغزليّات» ـ الاصطفاف معًا، لكن لم ينجح الكل، مما ينشئ نظاما «مُثبطًا». يمنع التثبيط الانتظام الكامل ويثير خصائص ديناميكية ومغناطيسية مهمة. وأحد أوجه قصور أنظمة الجليد الغزلي الاصطناعي أنها توجد عادة في حالة «باردة» مجمدة، مما يمنع البحث التجريبي للأطوار الجديدة التي تستطيع أن تظهر من التقلبات الحرارية لبنى مُثبَّطة. وطوَّر زانج وزملاؤه مؤخرًا إجراءً لإنتاج نيوترونات حرارية لنوعين من الجليد الغزلي الاصطناعي بهندسات مختلفة. ولاحظ الباحثون تكوين نطاقات حالة أرضية كبيرة غير مسبوقة للشُّبيْكات المربعة، وتَبَلّر شحنات مغناطيسية (شبيهة بأحاديات القطب) بجليد «كاجومِ» kagome الغزلي. إنّ هذا العمل يفتح إمكانية دراسة المشهد الجديد للأطوار المغناطيسية والسلوك.

Crystallites of magnetic charges in artificial spin ice
S Zhang et al
doi:10.1038/nature12399

الشكل أسفله | شُبيْكات الجليد المغزلية الاصطناعية. توضح اللوحتان (**أ**، **ج**) ترتيبات المغناطيسات النانو المستخدمة لتخليق مربع اصطناعي (**أ**) شبكة كاجوم kagome (**ج**) جليد مغزلي. اللوحتان (**ب**، **د**) تُبيِّنان صور بواسطة مجهرية القوة المغناطيسية للمربع الاصطناعي (**ب**) شُبيْكة كاجوم (**د**) جليدية مغزلية. تتوافق البقع السوداء والبيضاء مع الأقطاب المغناطيسية للجزر. تتوافق الأسهم في **أ** و**ج** مع العزوم المغناطيسية التي تكشف عنها صور مجهرية القوة المغناطيسية المناظرة. a: ثابت الشُّبيْكَة.





غلاف عدد 5 سبتمبر 2013
طالع نصوص الأبحاث في عدد 5 سبتمبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الاتصالات الكمية

خطوة مهمة لشَبَكات معلومات مُؤمَّنة

التوزيع الكمي الأوَّلي (QKD) هو عملية تسمح بتبادل المعلومات المُؤمنة بين ناقل ومستقبِل مع وصول إلى الموارد الكلاسيكية والكمية. وقد اقتصر استخدامه على تطبيقات متخصِّصة في شبكات مكرَّسة عالية الأمان، وذلك لأسباب ليس أقلها أنها أصبحت كثيفة الاستخدام للموارد للغاية عندما يطلب عدة مستخدمين الوصول إلى النظام. وقد أوجز بيرند فروليخ وزملاؤه هنا مبادئ نظام التوزيع الكمي الأوَّلي الجديد، التي يُطلق عليها «شبكة الوصول الكمية»، القائمة على تقنيات الاتصالات البصرية البسيطة مجدية التكلفة، ثم برهنوا الفكرة تجريبيًّا في شبكة مكوَّنة من 64 مستخدِمًا، حيث يشتركون جميعًا في كاشف فوتونيّ مفرد ـ اقتصادًا، وتبسيطًا للأمور ـ عند عقدة رئيسة في الشبكة. ويرى الباحثون أن هذا التقدم يمكن أن يؤدي إلى اعتماد تقنيات كمية روتينيًّا في النقل المُؤمَّن للبيانات.

A quantum access network
B Fröhlich *et al*
doi:10.1038/nature12493

البيولوجيا الخلوية

موقع ثان لتكوين خلية بائيَّة

كان يُعتقد من قبل في اقتصار تكوين الخلية البائيَّة الأولية على نخاع العظم، لكنْ هنا يقدِّم فريدريك ألت وزملاؤه نتائج بحثية مفاجِئة حول أنه يحدث أيضًا في الأمعاء، حيث تحفزها ميكروبات القناة الهضمية. ووصف الباحثون تجمُّعًا من الخلايا المبكرة بائيَّة السلالة تتكون داخل الغشاء المخاطي المعوي ـ تحديدًا في الأدَمَة المُخاطِيَّة ـ لفئران حديثة الولادة. يبلغ إنتاج الخلية البائيَّة ذروته وقت الفطام، ويزداد لدى استعمار الفئران الخالية من الجراثيم. ويختلف مستودع هذه الخلايا البائية عن مستودع الخلايا البائية المشتقة من نخاع العظام، ويمكن أن يتشكل بواسطة الميكروبات المتعايشة.

Microbial colonization influences early B-lineage development in the gut lamina propria
D Wesemann *et al*
doi:10.1038/nature12496

علم الإحاثة

هل طارت ديناصورات ليست مصنَّفة كطيور؟

اعتُبِر الأركيوبتريكس *Archaeopteryx* من قديم الزمان مثالًا لحفريّة انتقالية مُتموضعة بين الزواحف والطيور، وكان دماغه متوسطًا نسبيًّا من ناحية الحجم والبنية بين أدمغة الزواحف الصغيرة وأدمغة الطيور « بالغة الضخامة». ومنذئذٍ، تم اكتشاف قطيع كامل من الديناصورات المُرَيَّشة. وتُظْهِر مقارناتها أن دماغ الأركيوبتَريكس كان مثاليًّا كديناصور مُرَيَّش، بل وكان أصغر حجمًا وأقل تطورًا من البعض. يضيف ذلك ثقلًا إلى الفكرة القائلة إنّ بعض الديناصورات المُرَيَّشة ـ التي لا ترتبط بالضرورة ارتباطًا وثيقا بالسلالة المؤدية إلى الطيور ـ لديها التجهيزات العصبية اللازمة للطيران.

Evolutionary origins of the avian brain
A Balanoff *et al*
doi:10.1038/nature12424

علوم البيئة

إنتاجية الغطاء النباتي ليلًا ونهارًا

تشير دراسات النماذج والمشاهدة إلى أنّ احترار المناخ يعزِّز غالبًا نمو الغطاء النباتي في النظم البيئية الأرضية الشمالية، مما يزيد تخزين الكربون. ففي السنوات الخمسين الماضية، ارتفعت درجات حرارة سطح الأرض عالميًّا بطريقة أسرع أثناء الليل أكثر منها أثناء النهار، لكنّ المعلومَ قليلٌ عن الآثار المحتملة لعدم التماثل هذا على إنتاجية النباتات. وتشير خطوط متعددة من الأدلة قُدِّمت في هذه الدراسة ـ من ضمنها معطيات 28 عامًا من بيانات مستمَدَّة من الأقمار الاصطناعية حول اخضرار الغطاء النباتي وقياسات واسعة النطاق لثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي ـ إلى أنّ لاحترار النهار والليل تأثيرات مضادة على إنتاجية الغطاء النباتي بنصف الأرض الشمالي. فاحترار النهار مرتبط بارتفاع الإنتاجية في المناطق الرطبة الباردة عبر الأقاليم الشمالية، ومرتبط بتناقص الإنتاجية في المناطق المعتدلة الجافة. وعلى نقيض ذلك.. يقلل احترار الليل نمو الغطاء النباتي بالمناطق الشمالية، لكنّ له تأثيرات مختلطة بالأقاليم المعتدلة الجافة.

Asymmetric effects of daytime and night-time warming on Northern Hemisphere vegetation
S Peng *et al*
doi:10.1038/nature12434

الأمراض العصبية

الفسيولوجيا الإمراضية لعدوى البريونات

هناك تكهنات متنامية بأنّ السمات الفسيولوجية المَرَضِيّة الشائعة في اضطرابات الأعصاب المتصلة بالشيخوخة ـ ومنها مرض الزهايمر، ومرض باركنسون، وعدوى البريونات، مثل مرض كروتزفيلد جاكوب ـ قد تكون مفتاحًا لفَهْم هذه الحالات. وقد نظر ماتياس جكر، ولاري ووكر في الأبحاث الأخيرة إلى أوجه التشابه بين تجمعات البروتينات ذاتية الانتشار، مختلّة الطَّيّ، المرتبطة بالتنكس العصبي، وبين أنشطة البريونات المُعْدِية ذاتية البَذر. وخلص الباحثون إلى أن «نموذج البريون» الرابط بين هاتين المجموعتين من الأمراض يمكن أن يؤدي إلى فَهْم أفضل لباثولوجية هذه الأمراض، والمناهج الممكنة لعلاجها، التي ثبت استعصاؤها على العلاج حتى الآن.

Self-propagation of pathogenic protein aggregates in neurodegenerative diseases
M Jucker *et al*
doi:10.1038/nature12481

البيولوجيا الجزيئية

إصلاح الأنسجة بإشارات Robo/Slit، وWnt

حدَّد جيان–جيو جنج وزملاؤه حديثًا متبادلًا ـ غير ملحوظ سابقًا ـ بين مساري إشارات Robo/Slit، وWnt. ودَرَس الباحثون كيف تؤثر ليجاندSlit2 ومستقبِلها Robo1 على مورفولوجيّة التجويف المعوي والتوازن الظِّهارِيّ. ولوحظ أنّ خفض مستويات Robo1 يسبِّب تقصيرًا دراماتِيكيًّا للزُّغابات المعوية بأمعاء الفئران، وانخفاضًا لكثافة "التجاويف"، وهي الموقع الذي تحتله الخلايا الجذعية المعوية. وقدَّم الباحثون دليلًا على أن Robo1 هو مستقبِل R-spondin، وهو بروتين مُفرَز معروف بعلاقته التآزريّة مع إشارات Wnt. ولدى اقترانها مع Slit2، تعزِّز إشارات R-spondin إشارات Wnt المتعارَف عليها، وتزيد انتشار وديناميات سلالة الخلايا الجذعية المعوية. وتشير هذه النتائج إلى أن Slit2، وRspo1 يستحثان تعاونيًّا الخلايا الجذعية المعوية لتوازن الأمعاء وإصلاحها، وإطالة البقاء بشكل ملحوظ بعد جرعات قاتلة من العلاج الكيميائي الإشعاعي.

Induction of intestinal stem cells by R-spondin 1 and Slit2 augments chemoradioprotection

W Zhou *et al*

doi:10.1038/nature12416

الشكل أعلاه | تعبير المسارين التأشيرين Slit2 وRobo1 بأمعاء الفأر الدقيقة. التعبير والتوطين المشترك لجزيئات الحمض النووي الريبي المرسال mRNA لمساري تأشير Slit2 وRobo1 في تجاويف الأمعاء الدقيقة. اكتشفت جزيئات النوع البري من الحمض النووي الريبي المرسال لمساري Slit2 وRobo1 بالأمعاء الدقيقة باستخدام دايجوكسيجينين (DIG) أو مسبارات الحمض النووي الريبي المرسال المُقْتَرِنَة بالبيوتين أنتي سنس لمساري Slit2 وRobo1. تم صبغ الشرائح بمُلَوِّن مُبايِن 4'، 6-ثنائيأميدينو2--فينيلإندول (DAPI). لوحظت صور المُلَوِّن المَناعِيِّ الاستشعاعي تحت المجهر متحد البؤر، ماسح الليزر، وتم دمج الصور الاستشعاعية المسجَّلة بعد ذلك.

الأمراض العصبية

ذيل بروتين البريون.. والسُّمِّيَّة العصبية

يحتوي بروتين البريون الخلوي على نطاق كروي، وذيل مرن. ويتضح هنا أن الأجسام المضادة للنطاق الكروي تسبِّب السُّمِّيَّة العصبية في الفئران، وشرائح المخيخ المستنبَتة مخبريًّا. يأتي هذا التنكس العصبي مصحوبًا باندلاع إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية، ويتم قمعها بمضادات الأكسدة، وتعتمد السُّمِّيَّة على وجود إنزيم منتج للأكسيد الفائق NOX2. وتبدو هناك حاجة أيضًا إلى مكررات ثمانية الببتيد ضمن نطاق الذيل المرن؛ لإحداث السُّمِّيَّة. والأجسام المضادة لهذه المكررات قادرة على إطالة أمد الحياة في فئران تعبر عن بروتين طفرة الحذف السام PrPc. وقد تكون هذه الآليات السُّمِّيَّة العصبية الجديدة ذات أهمية بالنسبة إلى نشوء أمراض التنكس العصبي، بسبب البريونات والعوامل الأخرى.

The toxicity of antiprion antibodies is mediated by the flexible tail of the prion protein

T Sonati *et al*

doi:10.1038/nature12402

الأحياء المجهرية

البكتيريا يمكن أن تكُون ألمًا

تُنْتِج العدوى البكتيرية ـ كالتي تسببها بكتيريا المكورات العنقودية ـ ألمًا، كان يُعتَقَد أنه تابع للاستجابة المناعية والالتهاب. وقد أورد كليفورد وولف وزملاؤه مؤخرًا آليّة لم يُشتبه فيها سابقًا في حث الألم أثناء العدوى البكتيرية: تنشيط مباشر بواسطة المُمْرِض لمُسْتَقْبِلات الألم. ووجد الباحثون أنّ الألم الناجم عن عدوى بكتيريا المكورات العنقودية الذَّهَبِيَّة في الفئران مستقل عن معظم وسطاء المناعة المعروفين، بما في ذلك TLR2، والخلايا التائيّة والبائيّة، والعَدِلات/الوحيدات، بل إنّ البكتيريا تنتج فئتين من الجزيئات: البِبْتيدات الفورميليّة، والسُّمِّيّات التي تشكل المسام، التي تستحث الألم بالتنشيط المباشر لعصبونات مستقبِلات الألـم والتي بدورها تعدِّل الالتهابات.

Bacteria activate sensory neurons that modulate pain and inflammation

I Chiu *et al*

doi:10.1038/nature12479

البيولوجيا الجزيئية

مسار مزدوج بمجمع نقل جُولْجي

يتم نقل الدهون المُوَلَّفَة حديثًا عبر شبكة جولجي من خلال آليات حويصلية وغير حويصلية. وتُظْهِر هذه الدراسة أن سيراميد الجلُوكُوزيل(GlcCer) ـ وهو سلف مشترك لمختلف الشحميّات السفنجوليّة السكريّة ـ يتم توجيهه إلى مسارين متميزين طبوغرافيًّا في جهاز جولجي. والنقل غير الحويصلي لسيراميد الجلُوكُوزيل من موقع توليفه في مَقْرُون جولجي إلى مَفْرُوق جولجي يتسبب في توليف سلسلة جلوبو (Gb3) من الشحميّات السفنجولية السكرية، بينما النقل الحويصلي هو المصدر الرئيس لسيراميد الجلُوكُوزيل لتوليف الشحميّات الجانْجليُوزيدِيّة في صَهاريج جهاز جولجي.

Vesicular and non-vesicular transport feed distinct glycosylation pathways in the Golgi

G D'Angelo *et al*

doi:10.1038/nature12423

الفيزياء الكمية

"شذوذ 0.7" في اتصال النقطة الكَمِّيَّة

كانت ورقة بحثية لمجموعة مايكل بيبر ـ بمختبر كافِيندش، نشرت في 1996 ـ قد وصفت لأول مرة ما أصبح يُسمَّى «شذوذ 0.7» في سلوك اتصال النقطة الكمية (QPC). واتصال النقطة الكمية هو انقباض ضيق لنطاق يضاهي الطول الموجي لإلكترون، يقدَّر كميًّا بوحدات $2e^2/h$، لكن عند قياسها ستُظْهِر كتفًا عند حوالي 0.7 من كَمّ التوصيل. ظل منشأ هذا التأثير موضع جدل منذ اكتشافه، لكن مجموعتين منفصلتين قدَّمَتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» دراستين مستقلتين قطعتا شوطًا طويلًا في تفسير هذا السلوك الشاذ. وجدت المجموعتان دلائل تدعم انخراط طور شبه مقيَّد يماثل ما يُشاهَد في تأثير كوندو، مع أن باور وزملاءه أوردوا أنه عند مستويات طاقة أعلى تصبح طبيعة نطاقات الطاقة (الأقل) أحادية البُعْد في اتصال النقطة أكثر أهمية.

Microscopic origin of the '0.7-anomaly' in quantum point contacts

F Bauer *et al*

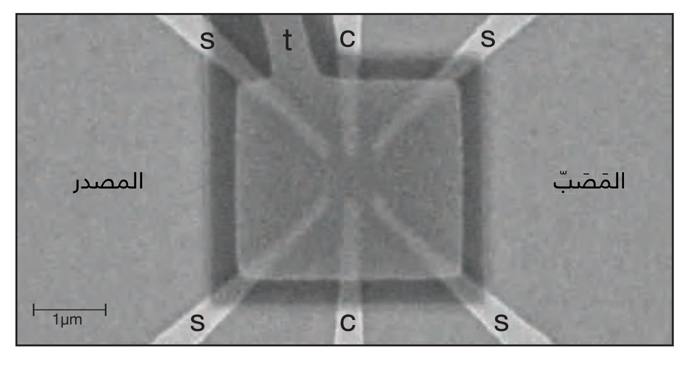
doi:10.1038/nature12421

Odd and even Kondo effects from emergent localization in quantum point contacts

M Iqbal *et al*

doi:10.1038/nature12491

الشكل أسفله | الإعداد والنموذج التجريبيان. صورة من مجهر إلكترون المسح لنسق البوابة يضم بوابة علوية (t) عند فرق جهد (V_t) وبوابتين مركزيتين (c) عند فرق جهد (V_c) وأربع بوابات جانبية (s) عند فرق جهد (V_s). يستنفد الجهدان السالبان V_c وV_s نظام الإلكترون ثنائي الأبعاد 2DES محليًّا، حيث يقع أسفل سطح العينة بـ85 نانومترًا. مع فرق الجهد (V_t)، وتحفز الجهود السالبة مشهد جهد كهربي ساكن قابل للضبط بنظام الإلكترون ثنائي الأبعاد 2DES.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء التخليقيّة

بحثًا عن تثبيت النيتروجين بسهولة

يُثبَّت النيتروجين الصناعي على نطاق واسع بعملية هيبر–بوش، التي تستخدم عامل تحفيز من حديد الحالة الصلبة عند درجات حرارة وضغوط عالية للغاية. فقد بحث علماء الكيمياء التخليقية عقودًا عن مُركَّبات صغيرة تحتوي معدنًا لتحفيز تحوُّل النيتروجين إلى نشادر تحت ظروف أقل تطرفًا، مبتدئين من إنزيمات النيتروجيناز الموجودة في النباتات والبكتيريا، وصولًا إلى تلك الغاية. ووصف يوناس بيترز وزملاؤه مركَّب الحديد المدعوم بتريس(فوسفورين)بورين الذي يحفز اختزال النيتروجين إلى نشادر تحت ظروف معتدلة مع كفاءة معقولة. ويشير ذلك إلى أن موقع حديد مُفردًا يكفي لتوسُّط تثبيت النيتروجين، وذلك متسق مع أحدث بيانات كيميائية حيوية وطيفيّة تشير إلى الحديد عوضًا عن الموليبدينوم الموجود أيضًا في العامل المساعد FeMo، أو إنزيم النيتروجيناز كموقع لتقييد النيتروجين وتنشيطه.

Catalytic conversion of nitrogen to ammonia by an iron model complex

J Anderson *et al*

doi:10.1038/nature12435

الكيمياء

قناة البوتاسيوم في وضع الانتعاش

بعد أن سبَّب محفِّزٌ فتحَ بوابة الأيون، فإنّ القناة تُوصِّل حتى يتعطل مرشحها الانتقائي. يتبع ذلك طور انتعاش، ينخرط فيه انتقال البوابة المغلقة تشكليًّا من حالة خاملة إلى مُوصِّلة. وتوفر قناة K^+ البكتيرية KcsA نظامًا نموذجيًّا بارعًا لدراسة الآليّات التي يحدث بها تعطيل (C-type) البطيء للقناة، وكذلك الانتعاش من حالة الخمول (التعطيل). وفي هذه الدراسة، استخدم الباحثون سلسلة من محاكاة الديناميّات الجزيئية؛ ليُظهروا أن المُرَشِّح الانتقائي مغلق تجسيميًّا (فراغيًّا) في التشكُّل الخامل بجزيئات الماء المطمورة المقيّدة وراء المُرشِّح الانتقائي. ويبين النموذج الحركي المُستخلَص من المحاكاة كيف أمكن لإطلاق الماء المطمور إطالة المقياس الزمني لفترة الانتعاش. وقد تم فحص ذلك النموذج باستخدام تجارب الفيزياء الحيوية «الرَّطِبَة».

Recovery from slow inactivation in K^+ channels is controlled by water molecules

J Ostmeyer *et al*

doi:10.1038/nature12395

الأحياء المجهرية

هدفان متماثلان لسموم الجمرة الخبيثة

تنتج بكتيريا عُصيّات الجمرة الخبيثة سُمّين: سم الجمرة الخبيثة المهلك، وسم الوذمة، اللذين يستهدفان أنسجةً بواسطة المُسْتَضِدّ الواقي المرتبط بآسِر. ولهذان السُّمّان أدوار أساسية في نشوء المرض، لكنها مفهومة بشكل محدود. وهنا، استطاع ستيفن لبو وزملاؤه استيلاد استيلاد فئران تفتقد بروتين التشكل الشعري–2 المستقبِل لتوكسين الجمرة (CMG2) الخبيثة، الخاص بنوع الخلية، واستخدموها لإظهار أنّ السُّمّين يستهدفان أنواع خلايا مُتَمَيِّزة. وبخلاف اقتراحات سابقة، فالخلايا البِطَانِيّة ليست أهدافًا مهمة لأيٍّ من السُّمّين، بل يستهدف السم المهلك الخلايا العضلية القلبية، وخلايا عضلات الأوعية الدموية الملساء، ويستهدف سم الوَذَمَة خلايا الكبد. والتوصل إلى أن سُمَّي الجمرة الخبيثة يستهدفان تحديدًا نظام القلب والأوعية الدموية والكبد قد يدفع إلى استحداث علاجات داعمة تحدّ من تلف الأنسجة، وتعزز البقاء في حالات عدوى الجمرة الخبيثة البشرية.

Key tissue targets responsible for anthrax-toxin-induced lethality

S Liu *et al*

doi:10.1038/nature12510

الوراثة

قصّ الجينات الطويلة إلى قِطَع قصيرة

إنّ إنزيمات توبوأيزوميراز المنخرطة في لولبة الحمض النووي يتم التعبير عنها من خلال كافة أنحاء الدماغ. كما اكتُشفت طفرات لدى بعض الأفراد الذين يعانون اضطرابات طيف التوحد (ASD). وقد أظهر مارك زيلكا وزملاؤه أن تقليل نشاط إنزيم توبوأيزوميراز يقلل التعبير عن الجينات الطويلة انتقائيًّا ـ في عصبونات الفئران والبشر ـ بإضعاف استطالة النَّسْخ. ولاحظ الباحثون أن عدة جينات مرشَّحة لاضطرابات طيف التوحد، ومنها *Cntnap2*، و*Nrxn1g*، و*Cntn4*، طويلة استثنائيًّا، وأكدوا أن تعبير عدة جينات مرشحة لاضطرابات طيف التوحد تم تخفيضه بتثبيط إنزيم توبوأيزوميراز. وتشير هذه النتائج إلى أن المواد الكيميائية والطفرات الوراثيّة التي تضعِف إنزيمات توبوأيزوميراز ـ وربما مكونات أخرى من آلات النسخ ـ يمكن أن تسهم في اضطرابات طيف التوحد، والاضطرابات التكوينيّة العصبية الأخرى.

Topoisomerases facilitate transcription of long genes linked to autism

I King *et al*

doi:10.1038/nature12504

الظروف التجريبية للعبة الفيديو «نيوروريسر»

أ قيادة فقط | علامة فقط | قيادة وعلامة

مهمة مفردة | مهام متعددة

ب تدخلات التدريب

سيطرة بدون اتصال | أو | مهمة مفردة | أو | تعدد المهام

ساعة × 3 مرات في الأسبوع × شهر

زيارة أولى | شهر واحد | +6 أشهر

«نيوروريسر» رسم المخ والاختبار الإدراكي | «نيوروريسر»

الإدراك

ألعاب الفيديو تنشِّط الدماغ

المعلوم أن قدرتنا على أداء مهام متعددة، وإمكاناتنا في السيطرة المعرفية تنحدر خطيًّا وتدريجيًّا مع تَقَدُّمنا في العمر. وقد أظهرت دراسة جديدة أن التدريب الإدراكي يمكن أن يساعد في إصلاح هذا الانحدار. ولوحِظ أنّ الراشدين المسنِّين بين 60 و85 عامًا، الذين تدربوا في المنزل بممارسة لعبة «نيوروريسر» *NeuroRacer* ـ وهي لعبة فيديو ثلاثية الأبعاد، مصمَّمة خصيصًا لتدريب كبار السن إدراكيًّا ـ تحسنت قدرتهم على أداء مهام متعددة، كما تحسنت السيطرة الإدراكية لديهم، مع آثار إيجابية تواصلت لستة أشهر. وامتدت فوائد هذا التدريب إلى وظائف إدراكيّة لم يتدربوا عليها، كتواصل الانتباه، والذاكرة العاملة. وتشير هذه النتائج إلى أنّ الدماغ المُسِنّ قد يكون أكثر لدونة (قابلية للتشكل) مما كان يُعتقَد سابقًا؛ مما يتيح التعزيز الإدراكي باستخدام استراتيجيات مصمَّمة بشكل سليم.

Video game training enhances cognitive control in older adults

J Anguera *et al*

doi:10.1038/nature12486

الشكل أعلاه | الظروف التجريبية للعبة الفيديو «نيوروريسر» وتصميم التدريب.
أ، لقطة للشاشة التُقطت خلال كل حالة تجريبية. **ب،** تصور لتصميم التدريب والقياسات التي تُجمَع في كل نقطة زمنية.

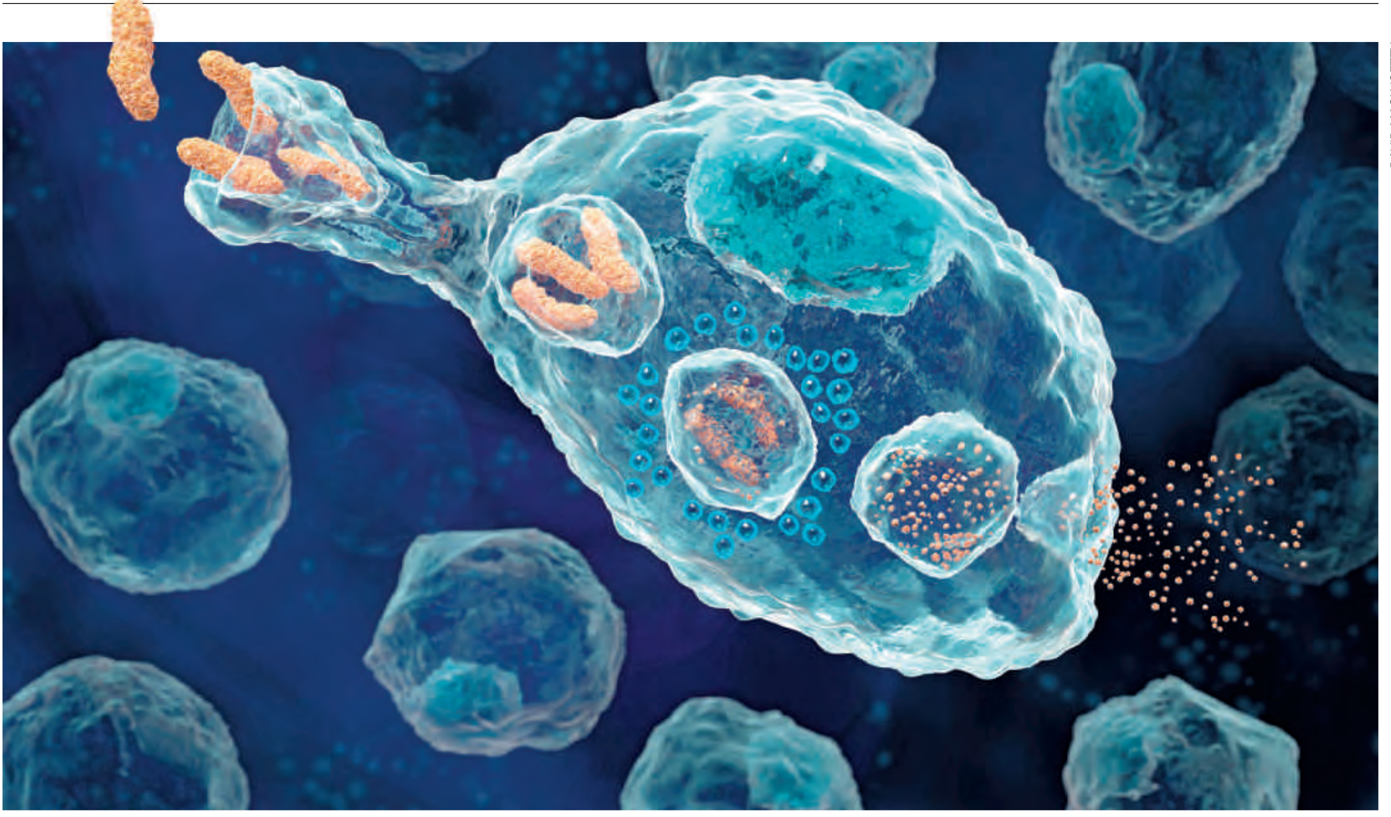
مهن علمية

مشاركة البيانات الحصول على رؤية أفضل عن طريق جَعْل البيانات متاحة على الإنترنت ص. 83

عمود انخفاض الروح المعنوية لدى باحثي العلوم الطبيعية بالولايات المتحدة ص. 86



وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



DAVID MACK/GETTY

خلية دم بيضاء ملتهمة للخلايا (في المنتصف)، تبتلع وتدمر البكتيريا (البرتقالية)، ثم تلفظ مخلفاتها.

علوم الحياة

المجال الصناعي لعلم المناعة

في ظل الظروف القاسية لسوق العمل، ما زال علماء المناعة مطلوبين. وللانتقال من الوسط الأكاديمي إلى شركات التقنية الحيوية أو شركات الأدوية، على الباحثين استكشاف الخيارات المتاحة؛ والتعامل بمرونة.

ألا كاتسنيلسون

أدركت أوليفيا شنايدر في مرحلة مبكرة من عملها خلال مرحلة الدراسات العليا في مجال الخلايا المناعية أنها لا ترغب في أنْ تصبح باحثة أكاديمية. وتقول: «لم أُرِدْ العمل في مختبر، أو كتابة طلبات؛ من أجل الحصول على منح». وفي عام 2009، عندما أنهت دراسة الدكتوراة في جامعة سينسيناتي في أوهايو، كانت الأزمة الاقتصادية العالمية على أشدِّها، وبدت خيارات الوظائف نادرة. كانت لزوج أوليفيا وظيفةٌ ذات راتب مجزٍ في تلك المنطقة، ولذا.. كان الانتقال أمرًا غير منطقي. رأت شنايدر إعلانًا لوظيفة بدوام جزئي من خلال مؤسسة بحثية محليّة متخصصة في زراعة الأنسجة والاستنساخ، لصالح مؤسسة تصنيع بروتينات هجينة، تُسمى «شيناندواه للتقنية الحيوية» Shenandoah Biotechnology في وارويك في بنسلفانيا. وتقول: «أردتُ فقط أن أثبت قدمي في مجال التقنية الحيوية بشكل ما. قبلتُ هذا المنصب - الذي كانت مؤهلاتي أعلى منه بكثير - على أمل أن يتحول الأمر إلى شيء آخر».

وقد حدث، فقد تضمَّن المشروعُ استخدام معدات قائمة على الأجسام المضادة، من أجل اختبار جودة منتجات شركة «شيناندواه». ومن خلال رحلاتها الجوية ذهابًا وإيابًا، استطاعت شنايدر أن تبني علاقات مع مالكي الشركة. وعندما انتهى المشروع بالفشل، قاموا بدعوتها للانضمام إلى شركتهم، والعمل عن بُعْد كمدير مساعد لشؤون البحث والتطوير. وبعد 15 شهرًا أصبحت المدير العلمي للشركة.

تقوم شنايدر الآن بإدارة عمليات مبتكرة مفاجئة؛ لإنتاج منتجات جديدة على أساس آراء الباحثين. كما تقوم بإدارة عملية مراقبة الجودة، وتمثيل الشركة في المعارض التجارية والمؤتمرات، وتدريب موظفي المبيعات. كذلك تقوم بمعالجة شؤون التسويق وعلاقات العملاء. هذا المزيج من الأعمال يناسبها، فهي توضح قائلة: «أحاول دائمًا أن أقول للناس: اختاروا ما كنتم تحبونه خلال مرحلة الدراسات العليا.. فثمة وظيفة ما مرتبطة بذلك». وعندما كانت شنايدر طالبةً، كانت تحب إلقاء المحاضرات، والحديث مع الناس عن أعمالهم وعن العلوم بصفة عامة، لكنْ كان اهتمامها بتحليل البيانات بسيطًا. وتضيف: «أَوْجَدْتُ بشكلٍ ما وظيفةً تعكس اهتماماتي».

في أعقاب الأزمة الاقتصادية، تضاءلت فرص العمل في المجال الصناعي للعلماء الصغار، لكنْ في بعض الأحيان كان أداء مجال علم المناعة أفضل، خاصةً بالمقارنة بمجالات أخرى، مثل علم الأعصاب. وعلى سبيل المثال.. فإن علميّ المناعة والأورام يعتبران من أنشط المجالات فيما يتعلق ◄

▶ بالتوظيف على المستوى التنفيذي، حسبما يقول كينيث إسرائيل، مؤسس شركة «سيرش جروب أوف سان دييجو»، وهي شركة للتوظيف في كاليفورنيا؛ تركِّز على وظائف المستوى التنفيذي في مجال علوم الحياة.

مما يزيد من الاهتمام بتلك المجالات.. قيام الشركات بزيادة الاستثمار في الأدوية الحيوية، مثل الأجسام المضادة، حسبما يوضح رافي تشاري، المدير التنفيذي لقسم الكيمياء والكيمياء الحيوية في شركة «إميونو جين» ImmunoGen في والتهام بماساتشوستس، التي تقوم بتطوير الأجسام المضادة؛ من أجل علاج السرطان. ويضيف: «حتى شركات الأدوية التقليدية، مثل «ميرك» Merck، و«إيلي ليلي» Eli Lily بدأت حاليًا بإدخال مجال علم المناعة». ويشير جوناثان دين، الباحث في معهد «جينومكس» التابع لمؤسسة «نوفارتس» البحثية في سان دييجو، إلى أن العديد من العقاقير المعدَّلة للمناعة وافقت عليها الولايات المتحدة الأمريكية في الأعوام الماضية، وكان هناك سيل من الأنباء الإيجابية عن علاجات السرطان القائمة على العلاج المناعي، لكنه يحذِّر من بقاء سوق العمل مرتبطًا بالقوى الأوسع، المؤثِّرة على الصناعة. ويقول: «الشركات لها ميزانياتها التي تعمل وفقًا لها. وهذا أمرٌ عالمي»، مشيرًا إلى أن شركات كثيرة بدأت في تخفيض ميزانياتها.

أهداف واضحة

في المناخ الحالي، يحتاج علماء المناعة إلى الوضوح فيما يخص نوعية الوظائف التي يبحثون عنها. أحد الخيارات هي المناصب البحثية، سواء أكانت في شركات تطوير الأدوية، أم في شركات تُطوِّر الكواشف المعملية ومواد البحث العلمي التي يستخدمها العلماء في المجال الأكاديمي أو الصناعي. هناك أيضًا خيارات أبعد من طاولات المختبر، مثل مسؤولي الاتصال الطبي، الذين يتواصلون مع أشخاص يعملون في مجال علاجي محدد؛ من أجل التعريف بمنتج، أو بشركة.



«نحن بالفعل متواصلون مع المجتمع الأكاديمي»
كيري كايسي

أما بالنسبة إلى المناصب البحثية، فلحاملي درجة الدكتوراة أنْ يتوقعوا رواتب شهرية في بداية عملهم تتراوح بين 45000 يورو (59000 دولار أمريكي)، و65000 يورو في أوروبا، حسبما يقول ديفيد ماريموتو، كبير مستشاري التوظيف في شركة «ساير لايف ساينسز» SIRE، وهي شركة للتوظيف، مقرها في أمستردام. أمّا الأشخاص الذين يملكون بعض سنوات الخبرة في المجال الصناعي، أو معرفة متخصصة في مجال له مكانته؛ فيحصلون على ضِعْف هذه المبالغ، أو حتى أكثر من الضِّعف، إذا كانت لديهم خبرة في الإدارة.

يقول فيل ميريكانانتي، أحد مالكي شركة «أدانتي ستافنج» Adante Staffing في ووبورن بماساتشوستس، وهي شركة للتوظيف، متخصصة في مجال علوم الحياة: إن بداية الرواتب للعمل في الوسط البحثي تناهز الـ80000 دولار أمريكي في الولايات المتحدة. ويضيف قائلًا إن مسؤولي الاتصال الطبي تتراوح رواتب البداية لهم بين 85000، و100000 دولار، على حسب حجم الشركة، كما تُدِرّ المناصب التنظيمية راتبًا شهريًّا ما بين 50000 و60000 دولار.

ولا يميل المُوظِّفون إلى العمل مع المتقدمين لوظائف أوّليّة لا تتطلب الخبرة، لأن الشركات لا تبدي اهتمامًا بدفع عمولات لشركات التوظيف؛ من أجل الحصول على مَنْ يشغل تلك الوظائف، حسبما يوضح ماريموتو، لكن الأمر مختلف مع الأشخاص ذوي الخبرات البحثية المتخصصة جدًّا. يقول ماريموتو: «الشركات التي تقوم بتطوير منتج واحد، إذا وجدت نابغًا حقيقيًّا في مجالها، تكون على استعداد أنْ تدفع مقابل توظيفه»، وهنا تكون شركات التوظيف نافعة للغاية.



يقول رافي تشاري إن أفضل المتقدمين هم مَنْ لهم سابق خبرة في عدة مجالات بحثية.

وكَحَال أغلب التنقلات في المسار المهني، يُعتبر بناء الروابط الشبكية وسيلةً مجرّبة وحقيقية؛ لمعرفة أنواع الفرص المتاحة، والنجاح في الحصول على عمل. وتنصح شنايدر الباحثين عن وظائف بأنّ عليهم أن يفعلوا أكثر من مجرد حضور الفعاليّات، مضيفةً أنّ عليهم أن يبحثوا في المؤتمرات العلمية عن أشخاص من الشركات مثار الاهتمام، وأن ينقِّبوا عن جهات الاتصال في قوائم الخريجين التي تصدرها مراكز المهن في الجامعات. وبإمكان المتقدمين أن يطلبوا مقابلات معلوماتية؛ لمعرفة المزيد عن الشركة، ومن ثم يسألون أيضًا عمّن بإمكانهم أن يتحدثوا إليه. يقول مايكل كرولي، رئيس تطوير الأعمال في شركة «جينينتيك» Genentech للتقنية الحيوية في جنوب سان فرانسيسكو بكاليفورنيا: «حالما تعرف أنك تريد أن تسير في مسارٍ وظيفيّ معين، عليك أن تقوم بواجبك المنزلي. عليك أن تعرف الشركة، وعليك أن تقدِّم نفسك بشكل جيد في المقابلات. وإذا لم يستشعر الشخص الذي يُجْري معك المقابلة بجدوى الاستثمار الذي ستحققه الشركة أو المؤسسة من تعيينك؛ فسيقوم هو والذين يُجرون مقابلات مع آخرين بِحَذْفك فورًا من القائمة».

لقد كان كرولي في مرحلة الدراسة الجامعية «مكرسًا جهده لعلم المناعة»، لكنه ـ مثله مثل شنايدر ـ أدرك خلال مرحلة الدكتوراة أنه لا يتصور نفسه يدير مختبرًا أكاديميًّا. وفي عام 1999، بعد عامٍ من إنهاء رسالة الدكتوراة حول خلايا مناعية تسمَّى خلايا γδ T في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا، صادف وظيفةً استشارية في شركة «سيليجي فارماسوتيكالز» Cellegy Pharmaceuticals، التي ليس لها وجود الآن. أحب كرولي الجانب التصنيعي للعقارات. لذا.. درس الإدارة، وعيَّنته شركة «جينينتك» في 2003، بعد أن قضى فترة تدريب صيفي بها. والآن، يقود كرولي فريقًا من ثلاثة أفراد يعمل على إيجاد سبل للتعاون في المجال البحثي، وإبرام اتفاقاتٍ للحصول على تراخيص مرتبطة بعلم المناعة والأمراض المعدية.

يشير كرولي إلى أن المناصب المرتبطة بتطوير الأعمال تختلف على حسب حجم الشركة. ففي «جينينتك» يركِّز كرولي على ما يسميه «الجانب الشرائي»، وهو يعني جلب الملكيّات الفكرية على أساس لائحة أمنيّات يضعها الباحثون في الشركات. على سبيل المثال.. في فبراير الماضي، وقّع فريقه صفقة مع شركة مبتدئة في سان دييجو، كانت قد وجدت طريقة ابتكارية لتحقيق أحد أهدافها. ويقول: «الشركات الصغيرة هي التي تبيع (الملكية الفكرية)، وهذا نوعٌ مختلف من الوظائف».

يضيف كرولي أنه لا يشعر بأنه تخلَّى عن العمل الذي يحبه من أجل إنشاء مشروع تجاري، موضحًا: «ما زلت قريبًا جدًّا من العلوم هنا، لكن الأمر متعلِّق كذلك بالاتصالات والعلاقات، وهو الأمر الذي شعرتُ أنني لن أستطيع إنجازه بالعمل في مختبر». وعلى الباحثين عن وظائف أن يقرِّروا من البداية ما إذا كانوا يريدون البقاء في المختبر، أو البدء في مسار مهني غير بحثي، ويضيف كرولي: «إذا كنتَ مترددًا بين الجهتين، فإن هذا من شأنه أن يعوقك عن النجاح في أيٍّ من المجالين».

أمّا أولئك الذين لا يريدون البقاء في المختبرات، فعليهم محاولة التوسع إلى ما هو أبعد من مجال واحد للخبرة، حسبما يقول تشاري، الذي يحمل درجة الدكتوراة في الكيمياء العضوية، لكنه انتقل باهتمامه في رسالة ما بعد الدكتوراة إلى دراسة كيمياء البروتينات، وعلم الإنزيمات، والمجالات المرتبطة بذلك. وقد ساعدت خلفيته الواسعة على تعيينه في شركة «إميونو جين» في أواخر ثمانينات القرن الماضي.

خطوط مختلفة

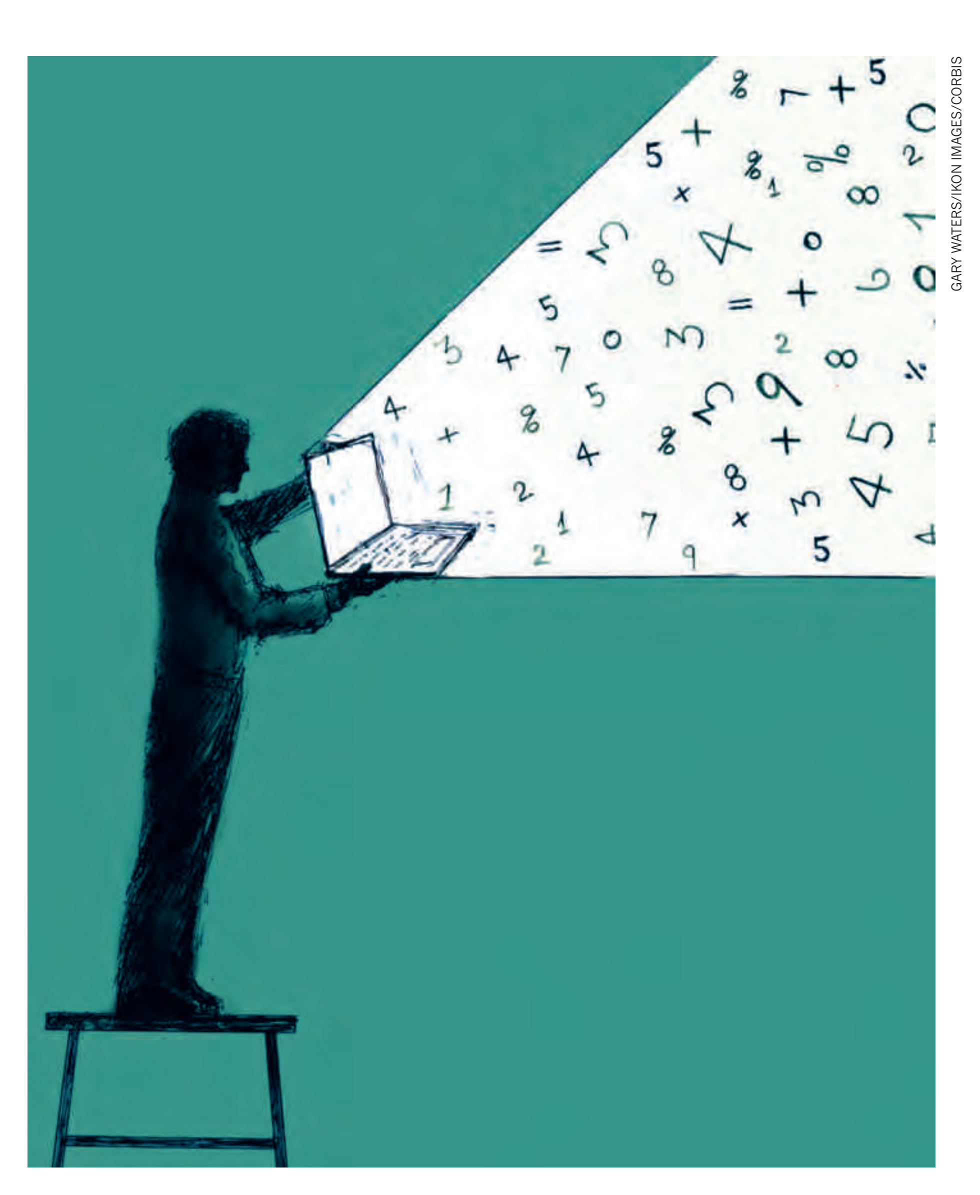
يستطيع البعض التأقلم مع ثقافة الشركات. ويُعَدّ الفارق الأساسي بين مناخ العمل بالشركات والوسط الأكاديمي هو العمل في فريق، حسبما يقول دين. وتطوير عقار يتطلب عدة فرق تعمل معًا بتناغم، إذ قد يهتم فريق بعلم المناعة، لكن ـ في الوقت نفسه ـ يقوم فريق ثان باستطلاع التعبير البروتيني، ويقوم فريق ثالث بتصوير البِلّورات بالأشعة السينيَّة، وفريق رابع يتعامل مع الديناميكية الدوائية. وعلى كل فريق أن يبقى على اتصال وثيق مع بقية الفرق الأخرى، في ظل قيام المديرين بتوجيه السياق العام للمشروع.

عندما تأتي قضية نشر الأبحاث، نجد أنّ بعض الشركات تشجع ذلك، بينما أخرى تمنعها. وتشعر كيري كايسي - عالِمة الأبحاث في شركة «ميد إميون» MedImmune في جايثرسبيرج بميريلاند، وهي ذراع البحث والتطوير للعقاقير البيولوجية بشركة «أسترازينيكا» AstraZeneca ـ أنها محظوظة لكونها تعمل في شركة تشجع النشر. وخلال عاميها في تلك الشركة، عملت على مشروعات ذات أولوية في مجال التهابات ومناعة الجهاز التنفسي، ولديها حاليا مسودتان عن الأبحاث. وتقع شركة «ميد إميون» بالقرب من المعاهد القومية الأمريكية للصحة في بيثيسدا بولاية ميريلاند. ولذلك.. بإمكان كايسي أن تقوم بزيارات قصيرة بسهولة؛ من أجل حضور مؤتمرات. والعديد من زملائها في العمل قاموا في السابق بعمل أبحاث في ذلك المعهد، ولا يزال لهم زملاء هناك. تقول كايسي: «نحن بالفعل متواصلون مع المجتمع الأكاديمي».

معظم الباحثين الصناعيين يعملون في ظل قيود مؤسسية. يشير لويس لانير عالِم الأحياء الجزيئية والمناعة في جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو، قائلًا: «كأستاذ جامعي، أنت بمثابة شركة علمية، وأنت المدير التنفيذي لنفسك». ويضيف: «إنّ الشركات دكتاتورية، وإنْ لم تكن أنت الرئيس التنفيذي لها؛ فلستَ في موضع اتخاذ القرار». ■

ألا كاتسنيلسون كاتبة حرة في نورثامبتون بماساتشوستس.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



مشاركة البيانات

كل شيء متاح للعرض

بإمكان الباحثين التواصل مع الزملاء، والحصول على رؤية أفضل، عن طريق جَعْل بياناتهم متاحة على الإنترنت، وإذا ما قاموا بعمل ذلك بالطريقة الصحيحة.

ريتشارد فان نوردن

كانت ليزي ولكوفيتش تشعر دائمًا بأنّ عليها أن تجعل بيانات أبحاثها متاحةً عبر الإنترنت. وتقول: «إن فكرة ضرورة إتاحة البيانات كانت في ذهني طوال مشواري المهني».

في الفترة من عام 2003، حتى 2009، وبينما كانت تعمل للحصول على درجة الدكتوراة في علوم البيئة، لم يكن لديها الكثير لتشارك به على الإنترنت. تقول ولكوفيتش إنّ المشاركة لم تكن لتساعدها على الحصول على مِنَح، أو النشر في دوريّات علمية، ووضع البيانات على الإنترنت لم يكن أمرًا غير مسبوق، بل قام به القليل من الباحثين بالفعل. وقد آثر الكثيرون التمسك بالبيانات الميدانية التي حصلوا عليها بشق الأنفس، فإذا ما شاركوا ببياناتهم، فقد كان ذلك على نطاق خاص فقط.

بعد أن حصلت ولكوفيتش على درجة الدكتوراة، تغلبت على ترددها، بفضل اجتماع عدة أمور؛ من بينها: زملاؤها الراغبون في المساعدة، ووجود موارد أفضل، والتغيّر الملحوظ في سلوك المجتمع البحثي. لذلك.. تمكنت في عام 2010 ـ من خلال مستودع للبيانات على الإنترنت، يُطلق عليه «الشبكة المعرفية للتعقد البيولوجي» ـ من نشر مجموعة البيانات الخاصة برسالة الدكتوراة، وهي ثمرة مجهود آلاف من الساعات في قياس تنوع المفصليّات في 56 قطاعًا من التربة التي أقامتها في مساحات قاحلة في جنوب كاليفورنيا. ومنذ ذلك الحين، جعلت كل البيانات التي جمعتها متاحةً للجمهور، ومن ضمنها تحليل إحصائي كبير لأكثر من 50 دراسة أخرى قامت بفحصها؛ لمعرفة كيف تؤثر عوامل معينة ـ مثل رفع درجة الحرارة ـ على دورة حياة النباتات. تقول ولكوفيتش ـ التي تعمل الآن بجامعة بريتيش كولومبيا في فانكوفر بكندا ـ إنها لم تمانع أبدًا في المشاركة بنتائج أبحاثها، لكنها لم تكن تعرف كيف تفعل ذلك. وهي سعيدة الآن، لأنه أصبح من السهل الوصول إلى بياناتها من قِبَل الباحثين وغيرهم من المهتمين. وتضيف: «إنه أمر يوفر عليَّ الكثير من الوقت».

ولكوفيتش هي واحدة من بين عدة باحثين في بداية مشوارهم المهني، يقومون بكل حماسة بوضع أعمالهم على الإنترنت، وينشرون ما يسميه أحد مؤسسي المستودعات الإلكترونية بالبيانات الصغيرة ـ وتتضمن نتائج التجارب، ومجموعات البيانات، والأوراق البحثية، والملصقات، ومواد أخرى لمجموعات بحثية مفردة - على عكس البيانات الكبيرة التي تُولّدها الجمعيات البحثية الكبيرة، التي غالبًا ما توظِّف متخصصين؛ لتخطيط عملية تخزين البيانات ونشرها. وتعطي البياناتُ الوافرة المتاحة الآن الباحثين خيارات لأماكن نشر أبحاثهم، وكيفية فعل ذلك، وهو ما يؤدي إلى نشر مجموعات بيانات من المحتمل أن تكون مثمرة، وهي مجموعات بيانيّة، كان من المعتاد أن تُوضع في ملفات للأبحاث غير المنشورة، أو تُدفن في ملحقات مقال صحفي، أو تُخفى في حواسيب العلماء.

الانفتاح

لا يزال مشاركو البيانات المفتوحة يمثلون أقلية في عدة مجالات. وبالرغم من أن باحثين عديدين يتفقون تمامًا على أن إتاحة الوصول العام للبيانات الأصلية تؤدي إلى إسراع معدل الإنجاز بالبحث العلمي ـ لأن العلماء الآخرين قد يكونون قادرين على إدخال تطويرات لم يتوقعها مَنْ أنتج تلك البيانات ـ إلا أن غالبيتهم ليسوا على استعداد لنشر نتائج مجهوداتهم الشخصية على الإنترنت (انظر: *Nature* **461**, 160–163; 2009). على سبيل المثال.. عندما أرادت ولكوفيتش إيجاد بيانات من الدراسات الخمسين التي استخدمتها في التحليل الإحصائي، كان هناك فقط ثماني مجموعات من البيانات متاحة على الإنترنت، ورفض عديد من الباحثين الذين تواصلت معهم عبر البريد الإلكتروني المشاركة بنتائج أبحاثهم. ولأن فريق ولكوفيتش اضطر إلى استخراج البيانات من الجداول والأشكال التوضيحية المنشورة في النشرات العلمية، فقد كان بإمكانه القيام فقط بعمليات تحليل إحصائي محدودة.

بعض المجتمعات العلمية وافقت على فكرة المشاركة على الإنترنت. على سبيل المثال.. يقوم علماء الوراثة بنشر تسلسلات الحمض النووي في مستودع «جين بانك»، مثلما اعتاد علماء الفضاء استخدام صور المجرات والنجوم من تليسكوب «سلون» للمسح الرقمي للسماء Sloan، وهو تليسكوب التقط صورًا لحوالي 500 مليون جسم فضائي، لكن هذا يظل استثناءً، وليس قاعدة. وتاريخيًّا، اعترض العلماء على المشاركة ببياناتهم لعدة أسباب، منها: أن المشاركة تتطلب جهدًا كبيرًا؛ ولم يكن هناك وجود لقواعد بيانات جيدة حتى وقت قريب، كما أن ممولي المِنَح العلمية لم يضغطوا من أجل تفعيل المشاركة، وكان من الصعب الاتفاق على معايير أساسية لتنسيق البيانات والمعلومات السياقية التي تسمى بـ«البيانات الوصفية» metadata، وليست هناك طريقة متفَق عليها لتحديد مدى مصداقية البيانات.

لكن تلك العوائق في طريقها إلى الزوال، ويرجع ذلك جزئيًا إلى أن الدوريات العلمية ووكالات التمويل على مستوى العالم بدأت تشجع العلماء على جعل ◄

بياناتهم متاحة للعامة. ففي العام الماضي، قالت الجمعية الملكية في لندن في تقريرها «العلم كمشروع مفتوح» إنه يجب على العلماء «التخلي عن الثقافة البحثية التي يُنظر فيها إلى البيانات على أنها حِكْرٌ خاص». كما تُنَوِّه وكالات التمويل إلى أن البيانات التي يتم تمويلها من خلال أموال عامة يجب أن تكون معلومات عامة، وقد بدأ المجتمع العلمي يدرك أن البيانات بات بالإمكان المشاركة بها رقميًّا بطرق لم تكن ممكنةً في السابق. ولمواجهة الطلب المتنامي، بدأت الخدمات في الظهور؛ لتسهيل نشر المنتجات البحثية عبر الإنترنت، وتمكين الباحثين الآخرين من الاطلاع عليها، والاستشهاد بها في أبحاثهم. وفي الواقع، هناك الكثير منها، لدرجة أن اختيار مكان وكيفية نشر مجموعات البيانات والمواد التكميلية الأخرى يمكن أن يكون أمرًا مربكًا (انظر: «خيارات وافرة»).

تقول هيذر بيووار، التي درست «المشاركة بالبيانات» لصالح «المركز القومي الأمريكي للتخليق التطوري» في دورهام بكارولينا الشمالية: «بدأ كثير من الناس يدخلون مجال استضافة البيانات. وأعتقد أنّ مسألة تحديد المكان الذي تضع فيه بياناتك سيكون أمرًا شائكًا».

المشاركة.. والمشاركة بالمثل

بالرغم من أنّ عملية الحث على «المشاركة بالبيانات» تركِّز غالبًا على المميزات الأخلاقية للمشاركة، إلا أن هذه الممارسة ليست لمجرد نَفْع الآخرين.. فالباحثون الذين يشاركون ببيانات أبحاثهم يحصلون على الكثير من المنافع الشخصية، بما في ذلك الحصول على مزيد من التواصل مع الزملاء، ورؤية أفضل، وعلى المزيد من الاستشهاد بأبحاثهم. فأكثر أنواع المشاركة نجاحًا هي تلك التي يتم تنزيل بياناتها والاستشهاد بها أكثر، ولذلك فهي التي تحظى بالاهتمام، ويتم استخدام نتائجها. على سبيل المثال.. أحد أشهر مجموعات البيانات في مستودع «درياد» Dryad متعدد التخصصات، يتناول كثافة الغابات حول العالم؛ وقد تم تنزيلها على أجهزة الحاسب 5700 مرة. وتعتقد إيمي زان ـ المشارِكة في إعداد تلك البيانات، وعالمة الأحياء في جامعة جورج واشنطن في واشنطن دي سي ـ أنّ المستخدمين في الغالب يتوزعون بين باحثي التغير المناخي، الراغبين في تقدير كمية الكربون المختزَن في الكتل الحيوية، وخبراء الغابات الذين يبحثون عن معلومات حول أنواع مختلفة من الأخشاب. وتقول: «أُفَضِّلُ أنْ يستخدم بياناتي أكبر عدد ممكن من الناس؛ ليطرحوا أسئلتهم الخاصة». وتضيف: «إنه لمن الضروري أنْ تسمح للقراء والناقدين أن يعرفوا بالضبط كيف وصلتَ إلى نتائجك. لذا.. فإن نشر البيانات والرموز يمنح أبحاثك فرصة لأنْ تكون قابلة لإعادة الإنتاج».

تضيف بيووار قائلة: «حتى أولئك الأشخاص الذين تُعتبر بياناتهم أقل شعبية، بإمكانهم الاستفادة. فمن خلال بذل الجهود في تنظيم وتسمية الملفات؛ بحيث يتمكن الآخرون من فهمها؛ يصبح العلماء أنفسهم أكثر تنظيمًا وانضباطًا، ويتمكنون من تفادي اختلاط الأمور فيما بعد». وتتابع بقولها: «غالبًا ما يكون من الصعب أنْ تعثر على أبحاثك وتفهمها، إذا تصفّحتها بعد سنوات من الآن». وتضيف: «أحيانًا يميل العلماء إلى تكديس بياناتهم في ملفات قد تضيع، أو تختلط بغيرها، لكن إذا قاموا بتخزين الملفات في مستودع على الإنترنت؛ فإنهم يكونون مضطرين إلى تصنيف وترتيب البيانات».

يُعتبر خوفُ العلماء مِنْ أنْ يستخدِم أحدٌ أعمالهم للحصول على سَبْق علمي مثبطًا كبيرًا لفكرة المشاركة، لكنْ بإمكان العلماء أن يضعوا حظرًا على بياناتهم، بحيث يقتصر تصفُّحها عليهم فقط، إلى أنْ يكونوا مستعدين لنشرها. وقد بدأت مجموعات البيانات تصبح أكثر قابلية لِأَنْ يتم الاستشهاد بها، وهو ما يمنح مؤلفيها شهرة واسعة. فالبيانات التي تُنشر في نشرة بيانات، أو على « درياد»، أو في مستودع figshare.com، يخصَّص لها «المُعرِّف الرقمي» (DOI) الذي يمكن استخدامه كمرجع عند الاستشهاد بها في نشرات أخرى. يشار إلى أن (مستودع figshare.com مملوك لشركة «ديجيتال ساينس»، وهي الشركة الأخت لمجموعة «نيتشر» للنشر).

غالبًا ما يقلق العلماء الذين يشاركون بأعمالهم عبر الإنترنت مِنْ أنْ تكون بياناتهم غير منظمة ورديئة، بحيث لا تصلح لنشرها أمام العالم. تقول بيووار: «أجعل بياناتي متاحة.. وهذا أحيانًا يكون متعِبًا. كما أنني أشعر بالخوف والحرج من الأخطاء؛ وكلنا كذلك، خاصةً العلماء في بداية مشوارهم المهني». وتضيف: «ليست لدينا بَعْدُ ثقافة الصَّفْح في هذا النطاق، على عكس الحال في البرمجة الحاسوبية، حيث يعرِف الجميعُ أن هناك أخطاء في الشفرات». وتنصح بيووار الباحثين بأنْ يَطّلِعوا على المستودعات؛ لكي يعرفوا معيار الجودة للبيانات التجريبية، مؤكِّدةً: «لا يُشترط أنْ تكون البيانات مثالية».



«بدأ كثيرٌ من الناس الدخول في مجال استضافة البيانات. وأعتقد أن مسألة تحديد المكان الذي تضع فيه بياناتك سيكون أمرًا شائكًا».
هيذر بيووار

وبينما تصبح المشاركة أكثر شعبية، يصبح العلماءُ أقل قلقًا من نشر مجموعات البيانات. ففي النهاية «ستصبح البيانات موجودة في كل مكان، لدرجة أننا لن نكون بعد ذلك في عالَم يكون فيه الباحثون على هذه الدرجة الكبيرة من الخوف»، حسبما يقول كارل بويتجر، عالِم الأحياء في جامعة كاليفورنيا بسانتا كروز، الذي جعل مفكرته المختبرية كلها متاحة على الإنترنت (انظر: *Nature* **493**, 711; 2013). ويضيف: «في النهاية، ستتحول العلوم إلى (عملية اجتماعية).. ولن تصل إلى ذلك، إذا أخفيتَ نفسك وأعمالك».

المكان الصحيح

إن إيداع البيانات على موقع شخصي ليس من المتوقَّع أن يكون أفضل طريقة لجعلها متاحة؛ لكي يعاد استخدامها والاستشهاد بها. وكبداية، فإن الموقع قد لا يظل موجودًا بعد خمس سنوات، حسبما يشرح ويليام ميتشنر، مدير مبادرة العلوم الإلكترونية في جامعة نيومكسيكو في ألبوكيركي. وميتشنر هو الباحث الرئيس لبرنامج متعدد الجنسيات، يسمى «داتا وان» DataONE، ويتم تمويله من جانب المؤسسة القومية للعلوم في الولايات المتحدة، ويقوم بتشجيع أفضل التطبيقات للعلماء، كجزء من مساعيه الرامية إلى تسهيل الوصول للبيانات. ويقوم ناشرو الدوريّات العلمية بتدعيم الأوراق البحثية التي ينشرونها بمساعدة مؤسسات الأرشفة غير الهادفة للربح، مثل «بورتيكو» Portico، و«كلوكس» CLOCKS التي يتم تمويلها من جانب مكتبات وناشرون، وتقوم بتخزين المواد على عدة خوادم، بحيث لا تختفي إذا ما أفلس أحد الناشرين. كما أن لدى بعض ناشري البيانات خطط بديلة مماثلة. وتنصح بيووار بالاطلاع عليها. وتقول إنه إذا لم تكن هناك خطط للنسخ الاحتياطي، فإن «هذا يشير إلى أنهم لم يعطوا لعملية إدارة البيانات أولويّتها المطلوبة».

على القَدْر نفسه من أهمية مشاركة البيانات، تأتي أهمية التأكد من أن الباحثين الآخرين بإمكانهم فهمها. تقول سوزانا أسونتا سانسون ـ المدير المساعد في مركز أكسفورد للبحث الإلكتروني في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة ـ إنّ نشر المعلومات دون ذكر معناها يُعتبر تأكيدًا على «أنها لن تكون حقا قابلة للاستخدام». ولتفادي ذلك.. على الباحثين أن يختاروا وصف بيانات ملائِم، مثل توصيف محتوى البيانات، وكيفية ترتيبها وإعدادها. هذا النوع من التصنيف مفيد، ليس فقط للقراء، ولكن أيضًا للبرامج الحاسوبية التي تُستخدم للبحث في مجموعات البيانات أو توصيلها.. فعمليات البحث الذكية غالبًا ما تعتمد على

أين وكيف
خيارات كثيرة

إن عدد مستودعات البيانات الإلكترونية يتزايد، حيث يسجل كتالوج «داتابب» Databib قائمةً بها 594 موقعًا. والمئات من تلك المستودعات مخصَّصة لنوع معين من البيانات. كما توجد مستودعات ذات أغراض عامة، من بينها «دريادٍ» الذي يستخدمه كثير من العلماء لتخزين البيانات المرتبطة بأعمالهم المنشورة، و«جيت هب» GitHub، الذي غالبًا ما يُستخدم لاستضافة شفرات البرمجيات، والمساعدة في تطويرها، لكنه أيضا يستضيف بيانات أخرى. هناك أيضًا مستودع المفوضية الأوروبية «زينودو» ZENODO، وكذلك موقع figshare.com، وهو مستودع عام للأشكال التوضيحية والأوراق البحثية ومجموعات البيانات التي ترحّب بالأبحاث ذات النتائج السلبية التي لم تكن لتُنشَر في مكان آخر. وقد بدأ الناشرون في إطلاق نشرات مخصصة لمجموعات البيانات ووصف البيانات، مثل «جيجاساينس» GigaScience التي تنتجها «بيوميد سنترال». وينشر بعض العلماء البيانات على شبكات اجتماعية، مثل: ResearchGate، أو Academia.edu .
يطوِّر كل درب من المعارف طرقه الخاصة لهيكلة البيانات ووصفها. ففي علم الأحياء وحده، يضع موقع biosharing.org نحو 530 معيارًا، منها «الحد الأدنى من المعلومات في تجارب المجموعات الصغرى» MIAME، و«نسق بنك بيانات البروتينات» PDB. ولتفادي الارتباك، على الباحثين أن يُحاولوا التعرف على أفضل الممارسات في مجالهم.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أي توصيف للبيانات يقوم الباحثون بإلحاقه بالبيانات. وتتم قراءة البيانات الوصفية باستخدام «واجهة تطبيقات برمجية» API، وهي عبارة عن مجموعة من الأوامر، تستخدمها برامج الكمبيوتر للتفاعل مع البيانات المخزَّنة، واستخراج المعلومات منها. ولا تَستخدِم كل مستودعات البيانات واجهات التطبيقات البرمجية؛ وتلك المستودعات التي تستخدمها قد لا تكون أفضل الأماكن لتخزين أو نشر المعلومات، لأنه يصعُب على الجمهور إيجادها.

أما المواقع المخصَّصة لاستضافة نوع معين من البيانات، مثل تتابعات الحمض النووي، فغالبًا ما تُطلع مقدمي البيانات على أي الأشكال النسقية الأكثر ملائمة. وأحيانا تطلب إدخال البيانات في نموذج إلكتروني أو اتباع تعليمات محددة. وعلى العكس، فإن المواقع غير المتخصصة ـ مثل المستودعات المؤسسية، أو نشرات البيانات، أو الشركات، مثل figshare.com ـ قد تكون لديها اشتراطات أكثر مرونة. وهذا النوع يُحتَمَل أنْ ينتج عنه سيل من الأشكال النسقية والعلامات الوصفية المختلفة، وهو ما يصعِّب عملية اكتشاف واستخدام البيانات. لذا.. على الباحثين أن ينتبهوا جيدًا إلى الأعراف المتَّبَعة في مجالهم العلمي.

يقول ميتشنر إنه يتوجب أن يتم اتخاذ القرارات المتعلقة بمعايير البيانات الوصفية في وقت مبكر من المشروع البحثي. ويحدِّد مستودع «داتاوان» DataONE معيارًا لأفضل الممارسات، تمامًا مثل أداة «داتا آب» DataUP المستخدَمة في مركز التصنيف بجامعة كاليفورنيا في أوكلاند، التي تساعد الباحثين على إنشاء مجموعات البيانات الجيدة، بما يكفي لوضعها على الإنترنت. ومن بين المواصفات التي يجب وضعها في الاعتبار في مرحلة مبكرة من مشاركة البيانات: حساسية المعلومات، وما إذا كان يتوجب إلغاء بعض الأجزاء من أجل تفادي بعض الأمور، التي منها ـ على سبيل المثال ـ كشف هوية المشاركين في الدراسات البشرية، أو أماكن وجود الأنواع المهدَّدة بالانقراض. كما يحتاج الباحثون إلى الوضوح حول ما إذا كانوا يسمحون باستخدام بياناتهم لأي غرض، أو كانوا يرغبون في قَصْر استخدامها على التطبيقات غير التجارية فقط. إحدى أشهر الطرق لتوثيق حقوق إعادة الاستخدام هي إعطاء البيانات أحد تراخيص المشاع الإبداعي المختلفة والمتعددة.

«في النهاية ستتحول العلوم إلى (عملية اجتماعية).. ولن تصل إلى ذلك، إذا أخفيتَ نفسك وأعمالك».

في النهاية، يقول ميتشنر إنّ الباحثين يحتاجون في بداية مشوارهم المهني إلى الالتفات إلى الطرق الجديدة والناشئة فيما يخص المشاركة بالبيانات، وإلى التنسيقات الموحّدة التي بدأت تنشأ؛ بهدف تسهيل البحث في البيانات واكتشافها. أما هؤلاء الذين لا يشاركون ببياناتهم، فعليهم أن يعيدوا التفكير في الهدف من أبحاثهم. ويضيف: «أعتقد أننا الآن فقط بدأنا نعود إلى المغزى الحقيقي من العلوم.. إذ إنه ليس فقط خلق معارف جديدة، ولكن أيضًا المشاركة بالمعلومات والبيانات التي تقوم عليها هذه الاكتشافات». ■

ريتشارد فان نوردن من كبار مراسلي «نيتشر».

نـقـطـة تحــوُّل

جيــســون ويـبــر

يصارع جيسون ويبر ـ الباحث في مجال سرطان الثدي بجامعة واشنطن في سانت لويس بميسوري ـ من أجل الإبقاء على تمويل أبحاثه. وباعتباره باحثًا في منتصف مساره المهني، فإنه يُعتبر جزءًا من جموع الباحثين الذين باتوا يواجهون خطرًا عظيمًا بسبب تخفيض مخصَّصات تمويل البحوث في الولايات المتحدة (انظر: *Nature* **498**, 527–538; 2013). وفي مايو الماضي كتب مقالَ رَأْيٍ حول ذاك المأزق في صحيفة «سانت لويس بوست ديسباتش»؛ وهو ما لفت انتباه سيناتور أمريكي.



كيف انتهى بك المطاف في مجال دراسة سرطان الثدي؟

عندما كنتُ أشغل منصب (باحث ما بعد الدكتوراة) في مستشفى «سانت جود لأبحاث الأطفال» في ممفيس بولاية تينيسي، عملتُ على أحدث تقنيات تنظيم دورة الخلية. تمكّن فريقي من اكتشاف قامِع أساسي للأورام. وفي عام 2001، تم توظيفي للعمل في قسم الأورام الجزيئية في جامعة واشنطن بسانت لويس ـ وكان القسم في حينها حديثًا ـ حيث كان الباحثون يخلطون علم الجينوم مع بيولوجيا السرطان، ويقومون بالقفزة الانتقالية للأبحاث الإكلينيكية. لقد كان سرطان الثدي مجالًا يمكننا التأثير فيه بشكل كبير على مستوى الأبحاث الإكلينيكية.

هل تَطَلَّب الأمر وقتًا طويلًا لكي تضع قدميك في المجال التنافسي؟

تَطَلَّب الأمر حوالي عامين. وحدثت الانطلاقة الكبيرة في عام 2002، عندما تم اعتباري «باحث بيو» Pew تابع لمؤسسة «بيو للأبحاث». وتمنح مؤسسة «بيو شاريتابل تراست» الخيرية ـ ومقرها الرئيس في واشنطن دي سي ـ تمويلًا سخيًّا، وتدعو العلماء إلى اجتماع سنوي من أجل التعاون وتبادل الأفكار. لذا.. كنت متفاعلًا مع مجموعة متنوعة من علماء «بيو»، وهو ما ساعدني أنا وأعضاء مختبري على التفكير خارج الصندوق؛ واستكشاف تقنيات جديدة؛ فبدأنا في التوجه إلى عدة اتجاهات مختلفة؛ وهو ما أدى إلى تدفق الأموال بين عامي 2007 و2008.

كيف يختلف وضع مختبرك الآن عمّا كان عليه قبل خمس سنوات؟

حينها كان لدينا 1.1 مليون دولار أمريكي في حساب تمويل المشروع من مصادر متعددة، من بينها: مؤسسة سوزان ج. كومن للعلاج، وجمعية السرطان الأمريكية، ومِنْحتي R01 من المعاهد القومية الأمريكية للصحة، ومنحة «عصر الأمل» التي تمنحها وزارة الدفاع. كان لديَّ 17 شخصًا في المختبر، لكن منحة المعاهد القومية للصحة انتهت مؤخرًا، ولم يتم تجديدها. والآن، لديَّ منحة قدرها 100 ألف دولار من مؤسسة الأطفال، بينما يعمل معي في المختبر 4 أشخاص.

كيف أثَّر تقليص ميزانية الحكومة الأمريكية ـ بشكل مباشر ـ على مختبرك؟

أضاف ذلك التقليص المزيدَ من الأعباء فيما يخص ما تتم الموافقة على تمويله في عملية مراجعة طلبات المنح. وعلى وجه خاص، فإنه لنجاح استمارة طلب الحصول على منحة R01 للمعهد القومي الأمريكي للسرطان، يتوجب أن تكون من بين الاستمارات استمارات الـ6 ـ 8% الأوائل؛ حتى تحصل على التمويل. وهناك فارق صغير بين نجاح استمارة المنح في الـ5% الأوائل، وفي الـ15% الأوائل، حيث يصبح الأمر خاضعًا لوجهات النظر الشخصية. وتكمن أكبر مخاوفي في أنّ تلك التخفيضات لن تتوقف عند هذا الحد.. فالمختبرات التي يعمل فيها ما بين 10 ـ 15 فردًا ويؤدون أعمالًا مهمة، بدأ التقليص يصل إليها الآن.

لماذا كتبتَ مقالة الرأي الخاصة بك حول تأثير تخفيضات التمويل؟

لقد فاض بي الكيل. ولم يكن لدى أيٍّ من أصدقائي الذين لا يعملون في مجالات علمية أيّ فكرة عن مدى سوء تلك التخفيضات. كتبتُها بعد أن قمت بتسريح واحد من أفضل صغار الباحثين لديَّ، بينما قام اثنان من طلاب الدكتوراة العاملين معي بتغيير مسارهم المهني بعد تَخَرُّجهم، وذلك بسبب قلقهم بشأن التمويل. لم أكتب مقالًا عن «مأساتي الشخصية»، بل كتبت مقالًا عن «ضرورة أن يفهم الناس كيف تؤثر هذه التخفيضات على الاقتصاد بشكل حقيقي». وقادني ذلك إلى حوار مع السيناتور ديك دوربين (جمهوري، إلينوي). اتصل بي فريقه لمناقشة تأثيرات تقليص الميزانية والانكماش الاقتصادي على تمويل الأبحاث العلمية. أحسستُ أنه يقف في صَفِّنا في وقتٍ يصعب فيه أن تجد نائبًا برلمانيًّا يرفع راية البحث العلمي في هذه البلاد.

ما هي توقعاتك الآن؟

كئيبة. إنه لمن المحبِط أن تكون عالقًا أمام شاشات الكمبيوتر تكتب طلبات للمنح، بدلًا من أن تقف في المختبر لتُجْري تجارب، وتشرف عليها. وحتى الآن، أرسلتُ سبعة طلبات للمِنَح، وأقوم بكتابة ثلاثة أخرى.

ما هو أكثر ما يحبطك؟

يؤكِّد كل السياسيِّين على أنه لكي يكون لدينا اقتصاد عظيم، يجب أن تكون لدينا قوى عاملة متعلمة تعليمًا جيدًا. وبرغم أن الحكومة لديها القدرة على الحفاظ على أعلى مستوى لقوى العمل المتعلمة تلك، إلا أنها تختار خَفْض تمويل العلوم من خلال تقليص الميزانية. إنه أمرٌ غير منطقي أنْ تقوم بتدريب أشخاص يحملون درجات الدكتوراة، ثم لا تقوم بتمويلهم. يجب على العلماء أن يُجاهِروا بذلك. ■

أَجْرَت الحوار: فيرجينيا جوين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



DAVI SALES BATISTA/SHUTTERSTOCK

عمـود

إرهاق بمجال الطب الحيوي

يقول **وارنر هولمان**، و**إلين ر. جريتز** إنَّ ضغط العمل، وعدد ساعاته الطويلة، وانخفاض الروح المعنوية لدي باحثي العلوم الطبيعية بالولايات المتحدة، كلها عوامل تهدِّد بالتأثير السلبي على أنشطتهم ووظائفهم.

تشير الدراسات إلى أن الإرهاق في أوساط الأطباء وصل إلى درجة وبائية حول العالم، مصحوبًا بمستويات عالية بشكل مزعج من الاكتئاب، والأفكار الانتحارية، والاستياء من العمل، وعدم الرضا عن فقدان التوازن بين العمل والحياة الشخصية[1]. هذه البيانات مُقْنِعَة للغاية، حتى إنّ المنظمات الصحية بدأت تستكشف ـ هي وفِرَق من الأطباء ـ طرقًا لمعالجة تلك المشكلات[2].

هذا.. ولا توجد معلومات كافية عن مستويات الضغط والإرهاق بين علماء الطب الحيوي. ولإلقاء نظرةٍ عن قُرْب.. أجرينا مقابلات مع رؤساء أقسام العلوم في مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان» في هيوستن بتكساس، في الفترة ما بين يوليو 2011، وفبراير 2012. طلبنا منهم أن يقيّموا تغيُّر الحالة المعنوية لأعضاء هيئة التدريس، وأنْ يحدِّدوا مصادر الإجهاد الأساسية، وأنْ يناقشوا مشاعر التفاؤل والتشاؤم الخاصة بهم حول المستقبل. ووجدنا أن عديدًا من أعضاء هيئة التدريس يقعون تحت وطأة مواجهة مشكلات التمويل والبيروقراطية والأعباء الإدارية، والتعارض بين مهام التدريس والإدارة.

دون قصد.. تَمَكَّنّا ـ من خلال إجراء تلك المقابلات ـ من رَصْد الحالة المزاجية لمؤسسة على وشك أنْ تواجه فترة عصيبة تفاقم من تأثير تلك الضغوط. فبعد أشهر من جَمْعِنا لهذه النتائج، تعرضت قيادة مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان» للهجوم، وقام مجلس الجامعة بعمل مسح منفصل؛ لتقييم مخاوف أعضاء هيئة التدريس (انظر: go.nature. com/jcmgv2). زادت نتائج ذلك المسح من انزعاج أعضاء هيئة التدريس؛ إذ أظهرت النتائج ارتفاع أعباء العمل بالتجارب الإكلينيكية، والاستياء من مغادرة قيادات ذات قيمة كبيرة، والغضب من القيادات العليا للجامعة، بسبب اتهامات بمحاباة الأقارب، وتضارب المصالح.

إضافة إلى إجراء مَسْحنا الخاص، فقد تحدثنا مع أشخاص في مؤسسات أخرى، وفحصنا منشورات متعلقة بالأمر[3،4]. ونتيجة لذلك.. استنتجنا أن الاستياء داخل مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان» أمرٌ مُعَبِّر عن انخفاض المعنويات بشكل خطير في المراكز العلمية في أنحاء البلاد. وقد زادت عواقب تقليص الميزانية الفيدرالية هذا العام من كآبة المشهد (انظر: *Nature* **498**, 527–528; 2013). وتُعَدّ الدراسة التي أجريناها جهدًا تجريبيًّا، نأمل أنْ يصبح أساسًا لاستكشاف أوسع، ودراسة تتعمق في معرفة مستويات الإجهاد بين علماء الطب الحيوي. وقد عَقَدْنا بالفعل نقاشات أوّلية حول دراسة مراكز متعدِّدة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بالتأكيد، فإن الضغوط المالية وغيرها ليست بجديدة على المؤسسات الأكاديمية، لكن بياناتنا تشير إلى أنه خلال الأعوام القليلة الماضية تزايدت حدة هذه الضغوط، وفاقَمَ كلٌّ منها الآخر؛ مما جعل بيئةَ البحث العلمي مُجْهِدَة.

مقياس للحالة المعنوية

تواصلنا ـ من خلال المسح الذي أجريناه ـ مع 21 رئيسًا من رؤساء الأقسام. وقمنا بإجراء مقابلات مع 19 منهم، حيث ركز ثلاثة منهم على الظروف الفريدة لأقسامهم، لكنّ الآخرين شاركونا ملاحظاتهم وآراءهم ومشاعرهم حول الحالة المعنوية عمومًا. وقد عكست إجاباتهم القضايا المُلِحَّة في هذه المؤسسة، لكنها أشارت كذلك إلى وجود صراعات في مجتمع أبحاث الطب الحيوي.

ذكر معظم رؤساء الأقسام أنّ الحالة المعنوية للعلماء من أعضاء هيئة التدريس ساءت في الأعوام الأخيرة، وذكر سبعة منهم أنها ساءت بدرجة كبيرة. وقال واحد ممن أجرينا معهم المقابلات: «الكثير من أعضاء هيئة التدريس محطَّمون ومشوَّشون ومُحْبَطون. هناك شعور عام بفقدان الأمل.. لقد استسلموا. وهناك حالة من الغضب العارم، فقد أمضوا وقتًا طويلًا في بناء مساراتهم المهنية، والآن لا يبدو أن هناك طريقًا للاستمرار في عمل ما يحبون عمله». وألمح آخر إلى المستقبل الغامض الذي يواجه صغار الباحثين، قائلًا: «عندما كنتُ أجري أبحاث ما بعد الدكتوراة، كان المعروف حينها أنك إذا كان مستواك جيدًا؛ فستجد عملًا، لكنني لا أستطيع أن أقول هذا بعد الآن».

إنّ عوامل الضغط الرئيسة تبدو متشابهة في كافة الأقسام. وكما هو متوقَّع.. فإن أزمة التمويل تُعَدّ عاملًا كبيرًا. وقد وصف عددٌ من رؤساء الأقسام العلماءَ الأكاديميين بأنهم عالقون في «عاصفة».. ففي الوقت الذي انخفضت فيه معدلات التمويل في معاهد الصحة القومية الأمريكية، تطالب بعض المؤسسات أعضاء هيئة التدريس فيها برفع نسبة رواتبهم من المِنَح المالية. ويصارع العلماء العاملون في المستويات المتوسطة وحتى العليا من أجل الإبقاء على وظائفهم. يقول واحد ممن أُجريت معهم المقابلات: «هؤلاء علماء أساسيون، وليسوا هامشيِّين. إنني لا أذكر وقتًا في الماضي كانت فيه الأحوال شبيهة بهذا الوضع الحالي. وهذا أمر يخفِّض من معنوياتنا».

يشعر رؤساء الأقسام بأنّ المؤسسات تَعتبر الإنتاجيةَ المتزايدة هدفًا رئيسًا. وينتظر القادة التنفيذيون من أعضاء هيئة التدريس السعي للحصول على المزيد من المِنَح التمويلية بشكل مستمر، وإتمام منشورات ذات جودة أعلى (طبقًا لمقاييس محددة، مثل عوامل تأثير الصحف) وتلبية معايير أعلى للتميز الأكاديمي عمومًا في مجالات معينة، مثل التدريس، والتعاون. وبالرغم من كون هذه الأهداف مثيرة للإعجاب، إلا أن المتحاورين أشاروا إلى أنّ الاستمرار في رفع معايير أداء أعضاء هيئات التدريس من شأنه أن يزيد حدة المقارنة والتنافس الضمني.

هناك أيضًا ضغط يواجهونه؛ ليكونوا مبدعين باستمرار، خاصة فيما يتعلق بكتابة مقترحات الأبحاث، والنتائج والمنشورات، وفي بعض الحالات.. إمكانات التسويق التجاري. وقد عَبَّر عددٌ ممن أُجريت معهم المقابلات عن قلقهم الشديد من أنّ هذه الضغوط القاسية قد تسبِّب لهم الإجهاد والإرهاق، وقال أحدهم إن رؤساء الأقسام قَلِقُون من التأثيرات الخطرة لهذه الضغوط، مثل الانتحار، أو سوء الأداء البحثي الذي يدفع إلى المقامرة بالنظام.

وقد ناقش بعض رؤساء الأقسام الدوّامة التي يعانون منها؛ حيث يخسر العلماءُ التمويل، ونتيجة لذلك.. يضطرون إلى تقليل مساحة المختبر، وتقليص عدد العاملين فيه، وهو ما يجعل الحصول على تمويل أمرًا أصعب. ولا شك أنّ هذه الضغوط تقضي على فُرَص العالِم ليكون باحثًا مستقلًّا. وحتى عندما يتم إنقاذ المسار المهني، فغالبًا ما يعاني الباحث من توتر عاطفي مستمر، كنتيجة لخسارة الوقت الثمين والموارد، كما يشعر بالذنب والخزي من التأثير السلبي لذلك على حياة العاملين في المختبر، ومساراتهم المهنية.

«تزايدت حدة الضغوط المالية وغيرها، وفاقَمَ كلٌّ منها الآخر؛ مما جعل بيئة البحث العلمي مُجهِدَة».

تُعتبر المهام الإدارية سببًا آخر في الضغوط. وقد اشتكى عشرة من رؤساء الأقسام الذين أُجريت معهم المقابلات مِنْ أنّ إعداد التقارير، والأعمال الورقية، وتقييم العاملين، وإجراءات المِنَح، ومتطلبات التدريب، واجتماعات الأعمال والمتابعة اليومية لتفاصيل البريد الإلكتروني، كلها مهام أصبحت أثقل مما كانت عليه في الماضي، وتؤدي إلى تشتيت العلماء بعيدًا عن الأبحاث، وتستنفد طاقاتهم وقدراتهم الإبداعية والإنتاجية. وكما ذكر أحدهم: «هناك المزيد من متطلبات الإدارة وكتابة التقارير، إلى حدٍّ تصبح فيه هذه المتطلبات متكرِّرة ومتداخلة، ودائمًا ما تكون على جدول زمني عاجل». وعَبَّر آخر عن ذلك بقوله إنهم «يمضون وقتًا أطول في مهام غير أساسية؛ ليتمكنوا من القيام بمهامهم الأساسية».

نَهْج جديد

كل تلك الأمور ترسم معًا صورةً أكثر كآبة.. لكننا نعتقد أن مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان» تمكنت من إيجاد سبل للتعامل مع المشكلة، حتى في ضوء التحديات الأخيرة. فمنذ اثني عشر عامًا، وفي أعقاب انتحار أحد الزملاء، قامت مجموعة من أعضاء هيئة التدريس والقيادات التنفيذية بالمؤسسة ـ الذين شعروا بالقلق البالغ ـ بتشكيل لجنة صحيّة جامعيّة (بالتعاون مع السيدة إلين ر. جريتز، كرئيس مؤسِّس)؛ من أجل تطوير بروتوكول للتعامل مع الأزمات، وللتفكير في طرق أخرى للحفاظ على مكتسبات هيئة التدريس، وزيادتها. وقد طوَّرت اللجنة برنامج «صحة ورفاهية هيئة التدريس»، الذي يرأسه السيد وارن هولمان.

إن العديد من أنشطة هذا البرنامج، مثل المحاضرات والندوات الخاصة بكل قسم، هي أنشطة تعليمية، بينما بعضها الآخر مصمَّم لتعزيز دعم الأقران، باعتباره حائلًا ضد الضغط والإرهاق. العديد منها أنشطة خارج نطاق الطب الأكاديمي، مثل: اللقاءات الاجتماعية، ودروس الرقص، ومجموعات دعم الأبوة والأمومة، وعروض الأوبرا، وعروض الفن الجامعي، والفنون الروحية، كالتأمل، واليوجا، والتاي شي. لقد أطلقنا برنامج دعم لهيئة التدريس؛ لزيادة القدرة على الوصول إلى الرعاية الصحية النفسية. كما قمنا أيضًا بتنظيم حلقات نقاش حول التوازن بين العمل والحياة الشخصية، وعمل محادثات مع القادة التنفيذيين، ومؤتمر عمل حول صحة ورفاهية أعضاء هيئة التدريس، استمر لمدة ثلاثة أيام. وكان من نتائج تلك الأنشطة تأليف كتاب «صحة أعضاء هيئة التدريس في الطب الأكاديمي: الأطباء والعلماء وضغوط النجاح»[5]. وتُظْهِر نتائج المسح الذي أجريناه أنه ما زال أمامنا عمل نقوم به، لكنْ لدينا الآن إطار عمل للتعامل مع المشكلات، وتقديم الدعم لهيئات التدريس.

يقوم مجلس أعضاء هيئة التدريس الخاص بنا بجمع المدخلات من علماء مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان»، ويتواصل بشكل مستمر مع القادة المؤسَّسِيِّين من خلال قنوات متعددة، ويهتم بالقضايا المرتبطة بالحالة المعنوية للعلماء؛ ويقترح حلولًا. وفيما يخص المخاوف والخلافات حول صناعة القرارات المالية في المؤسسة، والعمليات الإكلينيكية، وسياسات تضارب المصالح في الأعوام القليلة الماضية، فقد قام المجلس بتنظيم لقاءات مع القيادات التنفيذية؛ من أجل تحسين التواصل، والثقة، والشفافية، والاشتراك في صناعة القرار.

وفي مثل تلك اللقاءات، اطَّلعت القيادات على أسباب الإجهاد الذي يعاني منه أعضاء هيئة التدريس، كما أسهموا باقتراحات بنّاءة؛ لإيجاد طرق للتقليل من آثارها. لقد طبَّقنا مبادرات لتقليل العمل الورقي من خلال تعديل فِرَق العمل، وإصلاح نظام تقنية المعلومات. وقمنا بدعم الآليات المؤسسية؛ لإيجاد المزيد من الدعم المالي، من خلال التمويل المؤقت، والتمويل الأوّلي، وصناديق تمويل الإدارات الرئيسة.

من خلال الحوار مع القيادات، اطَّلع أعضاء هيئة التدريس على الحقائق المالية والتنظيمية للمؤسسة. وكان إحراز التقدم في بعض الأحيان بطيئًا، ولم نتمكن من إزالة كافة العوائق. وكلما كان لدينا المزيد من المحادثات، وتَعَاوَنّا بشكل أكثر فعالية؛ تَفَهَّمَ أعضاءُ هيئة التدريس التحديات؛ وقدّروا المجهودات؛ وتفاعلوا مع عملية التفاوض؛ وتوصَّلوا إلى تسويات؛ وظل لديهم أمل في تحقيق إنجاز في المستقبل.

السؤال الآن.. هل بإمكان مؤسسات أخرى تطبيق استراتيجيات مماثلة؟ نعم، بدعمٍ دائم من القيادات. الأمر يتطلب ـ في بعض الأحيان ـ وقوع حدث مأساوي، مثل أزمة مالية أو مؤسسيّة؛ لتجاوز القصور المؤسسي، ولجمع القادة التنفيذيين وأعضاء هيئة التدريس معًا؛ لمناقشة مصالحهم المشتركة. كما تفيد البيانات في هذا الأمر.. فلقد عمل المسح الذي أُجري حول معنويات مجلس أعضاء هيئة التدريس في مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان» على توثيق الحاجة لبرنامج «صحة ورفاهية هيئة التدريس»، كما أعطى قياداتنا محفِّزات، ووجهها لتغيير ثقافة المؤسسة.

إنّ هذه الجهود مجرد بداية، ونعتقد أنها جهود جيدة. لقد أصبح من الأهمية بمكان أنْ نُبْرِز إنجازًا فارقًا الآن، أكثر من أيّ وقت مضى. ■

وارن هولمان أستاذ جامعي، و**إلين ر. جريتز** رئيسة قسم العلوم السلوكية في مؤسسة «إم دي أندرسون لعلاج السرطان» بجامعة تكساس في هيوستن.

1. Shanafelt, T. D. *et al. Arch. Intern. Med.* **172,** 1377–1385 (2012).
2. Kuerer, H. M. & Holleman, W. L. *Ann. Surg.* **255,** 634–636 (2012).
3. National Research Council *Research Universities and the Future of America* (National Academies Press, 2012).
4. Ginsberg, B. *The Fall of the Faculty* (Oxford Univ. Press, 2011).
5. Cole, T. R., Goodrich, T. J. & Gritz, E. R. (eds) *Faculty Health in Academic Medicine* (Humana, 2009).

وجبة واحدة في اليوم

زائر غير متوقَّع.

مايلو جيمس فولر

أول شيء قام به هاوارد شلانج صباح الاثنين أنْ دلف إلى غرفة المعيشة في شقته المكونة من غرفة نوم واحدة؛ ليجد غريبًا في حُلّة أنيقة جالسًا على الأريكة.

تَراجَع هاوارد خطوةً إلى الوراء مجفلاً وقد أمسك به، وسأله: «مَنْ أنت؟»

قال الغريب، دون أن يغيرِّ من وضعيته: «حان وقت عودتك». تحرَّك رأسه فقط، دون أن تبرح عيناه الثاقبتان هاوارد، ..كان وجهه شاحبًا. «لقد طال وجودك هنا».

لم ينكر هاوارد ذلك.. فمنذ بداية أعمال الإنشاءات على الطريق السريع العلوي على قدم وساق في الشهر الماضي، تراجعت جلبة الجيران بشكل كبير.

«إنك أشبه بمتعهِّد دفن الموتى».

«هذا لا يغير شيئًا من الموقف».

قال هاوارد بنظرةٍ حَذِرَة للغريب: «بلى، لا يغير شيئًا». وتحرك هاوارد في اتجاه البار الذي يفصل غرفة المعيشة عن مطبخه الصغير.

«لا تدع نفسك تحدِّثك بالقضاء عليّ بالشعاع الجزيئي. فمن الواضح أنه لم يُجْدِ نفعًا المرة الماضية».

كرَّر هاوارد العبارة نفسها، ممسكًا بحافظته ومفاتيحه: «من الواضح أنه لم يُجْدِ نفعًا. لديَّ موعد».

«مع القدر، أليس كذلك؟»

«لا، مع طبيب الأسنان».

لعق هاوارد شفتيه. لم تهدأ ضربات قلبه، تأثرًا بالموقف الانفعالي.

«استيعابك لهذه اللغة العتيقة يحيرني. كيف يتسنى لك الحفاظ على هذا الشكل؟» حدث تموُّج شديد في جسد الغريب، وكأنَّ ثعبانًا ضخمًا حلَّ محل أمعائه. «هذا جُلّ ما يمكن أن أفعله؛ لئلّا أنفجر».

رَمَشَ هاوارد بعينيه، وقال: «اسمع، ليس لديَّ أي أموال...»

«لن تكون بحاجة إلى المال ـ أيًا كان ما تتحدث عنه ـ في المكان الذي سنذهب إليه».

هذا صحيح، فشركة التأمين ستغطي أي شيء تقريبًا. «مهلاً، هل سترافقني؟»

«لا، بل أنت الذي سيرافقني».

حشر هاوارد حافظته في جيب سرواله الخلفي، وعبث بالمفاتيح؛ فأصدرت صلصلةً قويّة، وقال: «هذا تقريبًا ما قلته».

«يا له من صوت مزعج»، رفع الغريب أصابع يديه البيضاء ذات المفاصل الأربعة بسرعة؛ ليغطي أذنيه. «توقف على الفور!».

«معذرة». ألقى هاوارد بالمفاتيح في جيبه، ورمق الباب الأمامي الذي لم تبدُ عليه علامات الاقتحام، وكذلك باب الشرفة. كان كلاهما مغلقًا كما تركهما ليلة أمس. «كيف دخلت إلى البيت بالضبط؟».

«هذا أفضل بكثير». أرخى صاحب الأصابع رباعية المفاصل ذراعيه عن أذنيه، ووقف على حين غرة كإنسان آلي يبسط قامته. «لنذهب».

«حسنًا». تحرك هاوارد جهة الباب.

سأله الغريب بحدة: «إلى أين أنت ذاهب؟»

«إلى طبيب الأسنان. قلت لك.. »

«هناك أمور أهم عرضة للخطر أيها الأمير أوريان هارت!».

«أوريان مَن؟»

«مملكة أبيك تنهار يا سيدي. والكروستاسيون يحاصرون أبوابها!». تقدَّمَ الغريب الأنيق الملبس ثلاث خطوات إلى الأمام، ضاربًا بقدميه على الأرض.

«أعلم أنه كانت لنا اختلافاتنا في الماضي، وأنه لم يرق لك أبدًا تدخلي في شؤونك، لكن يجب أن تعرف أن مرادي كان الحفاظ على سلامتك وحمايتك من أيّ أذى. لا شك أن ثمة مرحلة من حياة الإنسان، وخاصة الشباب، يطيب له أن يتصرف فيها باستقلالية، بعيدًا عمّن يكترثون لشأنه ويحبونه، ولذا.. فإنني أفهم لماذا حاولت أن تقتلني.. ».

«ماذا؟»

«ألا تذكر الواقعة قط؟»

«هذا لم يحدث قط، على الأقل لم يكن أنا الذي حاول قتلك». حاول هاوارد أن يبلع ريقه، لكن لسانه كان شديد الجفاف. «أعتقد أنك تخلط بيني وبين شخص آخر يا سيد... ؟». انتظر هاوارد أن يملأ الغريب الفراغ الذي خلفه سؤاله.



لكن الغريب بدأ يتمتم لنفسه: «أعتقد أنه من المحتمل أن كيمياء مخه قد خضعت لتغيرات عندما تحولت هيئته إلى هيئة شخص من سكان هذه الأرض. أنا نفسي أشعر بشيء من الغرابة، لكن من المستبعد جدًّا أن يعاني من فقدان الذاكرة الذي يبديه الآن».

كاد هاوارد أن يبتسم. «أوه، لقد فهمت. أتعتقد أنني كائن فضائي؟» صار الموقف ممتعًا فجأة.

تجهّم الغريب، وقال: «لا بد أن الأكسجين يؤثر عليك.. ».

«أتعتقد أنني أمير من الفضاء؟ يا للهول!».

لم يستطع هاوارد أن يتخلى عن ابتسامته. بدأت بشرة الكائن الغريب في التَّلَوِّي بشكل مريب، كما لو كان تحتها عش لبيض العناكب، يفقس الآن كله مرة واحدة. «هل تريد أن تصحبني إلى مركبتك الأم؟».

«لا أدرى شيئًا عن الأنثى التي تشير إليها، ولكن إذا كنت تتكلم عن الناقلة الكونية.. ».

شهق هاوارد شهقة تعجُّب، وقال: «إن هذا لأمر عُجاب!» كل الأفكار المتعلقة بتعيينه تبدَّدت من عقله. ووقف منتبهًا، باذلاً قصارى جهده؛ لئلاً يفقد سيطرته على نفسه. «حسنًا، اتفقنا. خذني إلى قائدك».

رَمَشَ الغريب بعينيه. «أنت قائدي».

«حسنًا، خذني إلى أي مكان أيًّا كان. خذني هناك»، وأشار إلى السقف بغموض.

أغمض الغريب عينيه ـ دون أن يغلقهما ـ بطريقة عجيبة، وكأنّ جفنيه السفليين يحاولان ابتلاع مقلتيه بالكامل. «لقد بدأت الشكوك تساورني».

«أنا الأمير أوريانهيد على أهبة الاستعداد للعودة إلى موطني. أرسلني بأشعتك!»

أخرج الغريب قلمًا من الكروم من جيب سترته، وضغط على سِنّه بواحد من أصابعه الطويلة، فأحاط به ضوء أبيض. «أعتقد أنني ارتكبت خطأً.. ».

صاح هاوارد فيه وهو يخترق الهالة الضوئية قائلاً: «لا يوجد خطأ!» ... وانتهى به الأمر مَرْمِيًّا على الأريكة وحيدًا.

صرخ هاوارد في السقف: «ماذا عَنّي؟»

في أثناء الصمت الذي تبع هذا الموقف، سمع هاوارد زمجرة أمعائه. متى كانت آخر مرة تناول فيها الطعام؟ بعد أن وصله بريد اليوم؟

نظر إلى قميصه ذي الأكمام القصيرة، وابتسم ابتسامة متكلفة على ما بدا وكأنه أَصَلة عاصِرة (نوع من الأفاعي القاتلة) تتلوى داخل بطنه البارزة. هزّ هاوارد كتفيه بلا مبالاة، وانطلق ليلحق بموعده.

كانت تجربة ساعي البريد ممتعةً، لكنه كان متشوقًا لِيُجْرِي التجربة نفسها على طبيب الأسنان. ■

مايلو جيمس فولر يعمل بتدريس اللغة الإنجليزية نهارًا، وتأليف القصص الخيالية الاستشرافية ليلاً. وللتعرف عليه، يمكنكم زيارة الموقع التالي: *www.milo-inmediasers.blogspot.co.uk*.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



انضمام المملكة إلى معاهدة

التعاون بشأن البراءات PCT





